



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS FUNDAMENTAIS E SOCIAIS



TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**QUALIDADE, PERFIL DE FENÓLICOS E POTENCIAL FUNCIONAL DE FRUTOS
DE VARIEDADES DE MANGUEIRAS OCORRENTES NO MUNICÍPIO DE AREIA-
PB**

ALEX SANDRO BEZERRA DE SOUSA

AREIA-PB
FEVEREIRO DE 2016

Alex Sandro Bezerra de Sousa

**QUALIDADE, PERFIL DE FENÓLICOS E POTENCIAL FUNCIONAL DE FRUTOS
DE VARIEDADES DE MANGUEIRAS OCORRENTES NO MUNICÍPIO DE AREIA-
PB**

Trabalho de conclusão de curso
apresentado à coordenação do curso de
Agronomia da Universidade Federal da
Paraíba como parte dos requisitos para
obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientadora

Silvanda de Melo Silva, PhD

2016

**QUALIDADE, PERFIL DE FENÓLICOS E POTENCIAL FUNCIONAL DE FRUTOS
DE VARIEDADES DE MANGUEIRAS OCORRENTES NO MUNICÍPIO DE AREIA-
PB**

Aprovado em 16 de Fevereiro de 2016

Trabalho de conclusão de curso
apresentado à coordenação do curso de
Agronomia da Universidade Federal da
Paraíba como parte dos requisitos para
obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

BANCA EXAMINADORA

Prof. SILVANDA DE MELO SILVA, Ph.D.

Orientadora
DCFS/CCA/UFPB

ANTÔNIO FERNANDO DA SILVA, M.Sc.

Examinador
PPGA/CCA/UFPB

LEONARDO DA SILVA SANTOS, M.Sc.

Examinador
PPGA/CCA/UFPB

Areia, PB
Fevereiro de 2016

*Aos meus pais, **Adão e Donaria**, pelo carinho e incentivo incondicional, por serem os meus heróis e exemplos de honestidade e dignidade, sendo peças fundamentais na minha formação pessoal e profissional.*

*Aos meus irmãos, **Damião Alex (Lelé)**, **José Maurilio (Will)** e **Maria Aparecida (Narinha)** por compartilharem comigo o sonho da formação acadêmica e por estarem ao meu lado durante todas as batalhas desta jornada.*

*Aos meus avós Maternos, **Otávio e Maria do Socorro** e paternos, **João e Verônica** pelas lições de vida e pelo apoio sempre.*

Dedico!

A Deus, pelo dom da vida e por guiá-la por um caminho cheio de desafios e conquistas.

*A Universidade Federal da Paraíba e ao Centro de Ciências Agrárias pela oportunidade de
ingresso no ensino superior.*

*A professora **Silvanda de Melo Silva**, pelo exemplo de profissionalidade, competência,
perseverança e dedicação científica e pela confiança, atenção, incentivo, orientação e
oportunidades dadas durante todo o curso.*

*Aos Doutorandos **Antônio Fernando e Leonardo** pelas contribuições dadas a esse trabalho,
com a participação como examinadores.*

*A **Renato** (Mestre) pela amizade, incentivo e apoio durante todas as fases de desenvolvimento
deste trabalho.*

*Aos colegas de turma **Aurileia, Antônio Neto (Pipoca), Fernando Antonio (Boquinha),
Damião, Danilo, Denizard, Ernandes, Edlânia, Giselda, Hiago, Josevaldo, José Felipe,
José Neto, Mateus, Natan, Regina, Raylson e Thiane** pela convivência e pelo apoio durante
todo o curso.*

*Aos meus amigos **Arliston, Denis, Expedito, Flaviano, Francisco Ítalo, Francisco Jeanes,
Gilmar, Igor, Jardel, Joelson, João Paulo, Lemerson, Maciel (Mendzrrê), Matheus, Paulo
(Paulinho God RX) Raniere, Rinaldo, Uanderson e Victor (bigdae)** pela amizade, por fazer
os meus dias mais divertidos e por me apresentarem as suas singularidades me fazendo
aprender muito com cada um de vocês.*

*A **Bruno e Isabele**, integrantes da equipe do LACOM campus I, UFPB, João Pessoa, pela
ajuda essencial na determinação do perfil de fenólicos.*

*A equipe do Laboratório de Biologia e Tecnologia Pós-Colheita, pela ajuda na realização
das análises e pela relevante contribuição na minha formação profissional. Tenho muito
orgulho de fazer parte desse grupo de pesquisa. A dona **Rosane**, pelo apoio nos bastidores
com as suas belas lições de vida.*

Agradeço!

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	vii
LISTA DE FIGURAS	viii
RESUMO	x
ABSTRACT	xi
1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS	4
2.1. Objetivo geral	4
2.2. Objetivos específicos	4
3. REFERENCIAL TEÓRICO	5
3.1. A cultura da mangueira	5
3.1.1. Aspectos botânicos e importância econômica	5
3.1.2. Diversidade Varietal e Padrões de Qualidade	6
3.2. Os Compostos Bioativos	7
3.2.1. O Ácido Ascórbico.....	8
3.2.2 Os Carotenóides.....	9
3.2.3. Os Compostos Fenólicos	10
3.3. A Atividade Antioxidante.....	13
4. MATERIAL E MÉTODOS	16
4.1. Localização e Obtenção do Material Vegetal	16
4.2. Avaliações	19
4.2.1. Características físicas e físico-químicas	19
4.2.2. Compostos bioativos e atividade antioxidante.....	20
4.2.3. Perfil de compostos fenólicos (Ácidos fenólicos e Flavonoides)	22
4.3. Análise Estatística	23
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
5.1. Características físicas e físico-químicas	24
5.2. Compostos bioativos e atividade antioxidante	36
5.3. Perfil de Compostos Fenólicos (Ácidos fenólicos e Flavonoides).....	49
6. CONCLUSÕES.....	61
7. REFERÊNCIAS	62

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Principais grupos de fenólicos encontrados nos vegetais.	11
Tabela 2. Compostos fenólicos encontrados em polpa, casca e caroço de mangas.....	13
Tabela 3. Precipitações mensais e médias mensais de temperatura, umidade relativa e insolação durante os meses de Junho de 2014 a maio de 2015 no município de Areia-PB.	17
Tabela 4. Massa Fresca (MF), comprimento (Comp.), diâmetro (Diâm.), percentual de casca (Perc. Casca), rendimento de polpa (Rend. Polpa) e firmeza (Firm.) de frutos na maturidade comercial de 9 variedades de mangueiras ocorrentes no município de Areia-PB.....	26
Tabela 5. Parâmetros L^* , a^* , b^* , C^* e $^{\circ}H$ da cor de fundo da casca (cor predominante) de frutos na maturidade comercial de 9 variedades de mangueiras ocorrentes no município de Areia-PB.	27
Tabela 6. Parâmetros L^* , a^* , b^* , C^* e $^{\circ}H$ da cor de cobertura (cor minoritária) da casca de frutos na maturidade comercial de 9 variedades de mangueira ocorrentes no município de Areia-PB.	29
Tabela 7. Parâmetros L^* , a^* , b^* , C^* e $^{\circ}H$ da cor de polpa de frutos na maturidade comercial de 9 variedades de mangueiras ocorrentes no município de Areia-PB.	31
Tabela 8. Autovetores de três componentes principais (CP1, CP2 e CP3) das características físicas e físico-químicas de frutos na maturidade comercial de 9 variedades de mangueiras ocorrentes no município de Areia-PB.	34
Tabela 9. Autovetores de três componentes principais (CP1, CP2 e CP3) de características relacionadas com os compostos bioativos e com a atividade antioxidante de frutos na maturidade comercial de 9 variedades de mangueiras ocorrentes no município de Areia-PB.....	46
Tabela 10. Correlação simples entre os compostos bioativos e as atividades antioxidantes da polpa e da casca de frutos na maturidade comercial de 9 variedades de mangueiras ocorrentes no município de Areia-PB.	49
Tabela 11. Abundância relativa de compostos fenólicos da polpa ($\text{mg.}100\text{g}^{-1}$ MF) de frutos na maturidade comercial de 9 variedades de mangueiras ('Maranhão', 'Cunhão', 'Espada', 'Jasmim', 'Manguita', 'Extrema', 'Rosa', 'Alphonso' e 'Tommy Atkins') ocorrentes no município de Areia-PB.	53
Tabela 12. Abundância relativa de compostos fenólicos da casca ($\text{mg.}100\text{g}^{-1}$ MF) de frutos na maturidade comercial de 9 variedades de mangueiras ('Maranhão', 'Cunhão', 'Espada', 'Jasmim', 'Manguita', 'Extrema', 'Rosa', 'Alphonso' e 'Tommy Atkins') ocorrentes no município de Areia-PB.	58

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localização geográfica do município de Areia-PB.	16
Figura 2. Aspectos físicos de frutos na maturidade comercial de mangueiras das variedades, ‘Maranhão’, ‘Cunhão’, ‘Espada’, ‘Jasmim’, ‘Manguita’, ‘Extrema’, ‘Rosa’, ‘Alphonso’ e ‘Tommy Atkins’, ocorrentes no município de Areia-PB.	18
Figura 3. Região de coleta da Cor de fundo (CF) e de cobertura (CC) da casca de frutos de 9 variedades de mangueiras na maturidade comercial ocorrentes no município de Areia-PB....	19
Figura 4. Sólidos Solúveis (SS - %) e Acidez titulável (AT - g.100g ⁻¹) de frutos na maturidade comercial de 9 variedades de mangueiras ocorrentes no município de Areia-PB.	32
Figura 5. Relação SS/AT e pH de frutos na maturidade comercial de 9 variedades de mangueiras ocorrentes no município de Areia-PB.	33
Figura 6. Círculo de Autovetores das propriedades físicas e físico-químicas de frutos na maturidade comercial de 9 variedades de mangueiras ocorrentes no município de Areia-PB, correlacionada com três componentes principais.	35
Figura 7. Dispersão gráfica de 9 variedades de mangas na maturidade comercial, ocorrentes no município de Areia-PB, com base nos scores de três componentes principais (CP 1, CP 2 e CP 3), obtidos pela ACP das características físicas e físico-químicas.	36
Figura 8. Conteúdo de Ácido Ascórbico (AA - mg.100g ⁻¹) da polpa e da casca de frutos na maturidade comercial de 9 variedades de mangueiras ocorrentes no município de Areia-PB.	37
Figura 9. Carotenóides totais (Carot. mg.100g ⁻¹) da polpa e da casca de frutos na maturidade comercial de 9 variedades de mangueiras ocorrentes no município de Areia-PB.....	39
Figura 10. Flavonoides amarelos (Flav. mg.100g ⁻¹) da polpa e da casca de frutos na maturidade comercial de 9 variedades de mangueiras ocorrentes no município de Areia-PB.	40
Figura 11. Polifenóis Extraíveis Totais (PET- mg.100g ⁻¹) da polpa e da casca de frutos na maturidade comercial de 9 variedades de mangueiras ocorrentes no município de Areia-PB.	41
Figura 12. Atividade antioxidante total medida pela capacidade de captura do radical ABTS ^{•+} (ABTS - μM de Trolox. g ⁻¹) por extratos fenólicos da polpa e da casca de frutos na maturidade comercial de 9 variedades de mangueiras ocorrentes no município de Areia-PB.	43
Figura 13. Atividade antioxidante total medida pela capacidade de captura do radical DPPH [•] (EC ₅₀ mg.mL ⁻¹) por extratos fenólicos da polpa e da casca de frutos na maturidade comercial de 9 variedades de mangueiras ocorrentes no município de Areia-PB.	44

Figura 14. Círculo de Autovetores das características antioxidantes de 9 variedades de mangas na maturidade comercial, ocorrentes no município de Areia-PB, correlacionada com três componentes principais.....	46
Figura 15. Dispersão gráfica de 9 variedades de mangas na maturidade comercial, ocorrentes no município de Areia-PB, com base nos scores de três componentes principais (CP 1, CP 2 e CP 3), obtidos pela ACP de características relacionadas com os compostos bioativos e com a atividade antioxidante.....	47
Figura 16. Cromatogramas de compostos fenólicos de extratos da polpa de frutos na maturidade comercial de 9 variedades de mangueiras (‘Maranhão’, ‘Cunhão’, ‘Espada’, ‘Jasmim’, ‘Manguita’, ‘Extrema’, ‘Rosa’, ‘Alphonso’ e ‘Tommy Atkins’) ocorrentes no município de Areia-PB.	54
Figura 17. Mapa de coloração mostrando a contribuição dos compostos fenólicos da Polpa no agrupamento hierárquico de 9 variedades de mangas na maturidade comercial (1-‘Maranhão’; 2-‘Cunhão’; 3-‘Espada’; 4-‘Jasmim’; 5-‘Manguita’; 6-‘Extrema’; 7-‘Rosa’; 8-‘Alphonso’; 9-‘Tommy Atkins’) ocorrentes no município de Areia-PB.	55
Figura 18. Cromatogramas de compostos fenólicos de extratos da casca de frutos na maturidade comercial de 9 variedades de mangueiras (‘Maranhão’, ‘Cunhão’, ‘Espada’, ‘Jasmim’, ‘Manguita’, ‘Extrema’, ‘Rosa’, ‘Alphonso’ e ‘Tommy Atkins’) ocorrentes no município de Areia-PB.	59
Figura 19. Mapa de coloração mostrando a contribuição dos compostos fenólicos da casca no agrupamento hierárquico de 9 variedades de mangas na maturidade comercial (1-‘Maranhão’; 2-‘Cunhão’; 3-‘Espada’; 4-‘Jasmim’; 5-‘Manguita’; 6-‘Extrema’; 7-‘Rosa’; 8-‘Alphonso’; 9-‘Tommy Atkins’) ocorrentes no município de Areia-PB	60

SOUSA, A. S. B. **Qualidade, perfil de fenólicos e potencial funcional de frutos de variedades de mangueiras ocorrentes no município de Areia-PB.** 2016, 89p. Trabalho de Conclusão de Curso em Agronomia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba. Orientador: Silvanda de Melo Silva.

RESUMO

Apesar de existir muitas variedades de mangueiras no Brejo Paraibano, a ‘Tommy Atkins’ é predominantemente produzida, devido a sua maior resistência pós-colheita e aceitação de mercado. No entanto, as variedades de ocorrência regional apresentam grande potencial no mercado de frutas frescas em decorrência da ampla aceitação pelos consumidores. Em contraste, essas variedades ainda são subexploradas, não apresentando área com plantio comercial e nem tão pouco possuem informações sobre a sua qualidade nutricional e funcional. Diante disto, este trabalho tem como objetivo avaliar a qualidade e o potencial funcional de 9 variedades de mangueiras (‘Maranhão’, ‘Cunhão’, ‘Espada’, ‘Jasmim’, ‘Manguita’, ‘Extrema’, ‘Rosa’, ‘Alphonso’ e ‘Tommy Atkins’) ocorrentes no município de Areia-PB. Plantas das variedades de mangueiras foram mapeadas, marcadas e tiveram seus frutos monitorados durante o ciclo produtivo em propriedades rurais onde ocorriam em Areia-PB, sendo colhidos à medida que atingiam a maturação fisiológica. Após a colheita, os frutos foram transportados para o laboratório permanecendo armazenados ao ambiente até que atingissem a maturidade comercial. Depois de maduros os frutos foram separados em cinco repetições de cinco frutos cada, totalizando 25 frutos por variedade, sendo avaliadas quanto as características físicas, físico-químicas, compostos bioativos, atividade antioxidante e perfil de fenólicos (HPLC). Os dados foram submetidos à ANOVA e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5 % de probabilidade. Realizou-se também, análises de componentes principais (ACP), análises de cluster, análises de correlação simples e análises de agrupamento hierárquico. As mangas ‘Rosa’ e ‘Jasmim’ se destacaram das demais variedades por apresentarem cor de fundo da casca fortemente avermelhada e brilhante e cor de polpa alaranjada. As variedades ‘Cunhão’, ‘Espada’, ‘Rosa’, ‘Jasmim’ e ‘Manguita’ se sobressaíram quanto aos compostos bioativos e atividade antioxidante da polpa, apresentando elevados teores de PET e elevada capacidade de sequestro dos radicais DPPH[•] e ABTS^{•+}. A casca da manga ‘Extrema’ destacou-se amplamente pelos maiores teores de ácido ascórbico e PET que refletiram em elevada atividade antioxidante pelos métodos ABTS e DPPH (EC₅₀). As mangas ‘Alphonso’, e ‘Maranhão’ juntamente com a manga ‘Tommy Atkins’, apresentam baixos teores de polifenóis extraíveis totais e atividade antioxidante por ABTS na polpa e baixos teores de ácido ascórbico na polpa e na casca. A miricetina, a quercetina e o ácido salicílico foram os compostos fenólicos majoritários encontrados nas polpas e nas cascas das mangas. A polpa da manga ‘Cunhão’ destacou-se por apresentar maiores valores de ácidos fenólicos e flavonoides totais, e a manga ‘Rosa’ por se diferenciar das demais variedades pelos maiores conteúdos de ácido protocatecuico, ácido sinápico e mangiferina e também por ser a única variedade na qual o ácido ferúlico foi detectado. Com relação a casca, a manga ‘Extrema’ se sobressaiu amplamente das demais variedades por apresentar maiores valores de ácidos fenólicos e flavonoides totais, bem como, maiores teores de ácido salicílico, ácido sinápico, mangiferina, catequina, miricetina e rutina. As cascas das mangas, em especial as da variedade ‘Extrema’ se configuram como importante fonte de compostos benéficos à saúde humana, possuindo conteúdos em média 40 vezes superiores aos encontrados na polpa, apresentando assim grande aplicabilidade em indústrias farmacêuticas.

Palavras-Chave: *Mangifera indica* L., variedades regionais, compostos bioativos, atividade antioxidante, compostos fenólicos

SOUSA, A. S. B. **Quality, phenolic profile and functional potential of fruits of varieties of mango trees occurring in the municipality of Areia-PB.** 2016, 89p. Term Report for the Degree in Agronomy, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba. Advisor: Prof. Silvanda de Melo Silva.

ABSTRACT

Although there are many varieties of mango trees in the Brejo Paraibano, the ‘Tommy Atkins’ is predominantly produced, due to its greater shelf-life and market acceptance. However, the occurring regional varieties have great potential for fresh fruit market due to the great acceptance by consumers. On the other hand, these varieties are still underexploited, once do not have commercial orchards and neither much information on its nutritional and functional quality. Therefore, this study aimed to evaluate the quality and functional potential of 9 varieties of mango (‘Maranhão’, ‘Cunhão’, ‘Espada’, ‘Jasmim’, ‘Manguita’, ‘Extrema’, ‘Rosa’, ‘Alphonso’ and ‘Tommy Atkins’) occurring in Areia - PB municipality. Plants of mangoes varieties were mapped, tagged and had its fruits monitored during the development cycle in farms of this municipality. Fruits were harvested when the physiological maturity was reached. After harvest, fruits were transported to the laboratory kept stored at room conditions until the commercial maturity was reached. When mature, fruits were separated into five replicates of five fruits each, totaling 25 fruits per variety, and were evaluated the physical and physicochemical characteristics, bioactive compounds, antioxidant activity and phenolic profile (HPLC). Data were submitted to ANOVA and means were compared by the Scott-Knott test at 5% probability. Data were also submitted to principal component (PCA), cluster, simple correlation, and hierarchical grouping analyses. The ‘Rosa’ and ‘Jasmim’ mangoes stood out by presenting background color of the peel strongly reddish and pulp of bright and orange color. Varieties ‘Cunhão’, ‘Espada’, ‘Rosa’, ‘Jasmim’ and ‘Manguita’ stood out in the bioactive compounds and antioxidant activity of the pulp, with high PET content and high sequestration capacity of DPPH[•] and ABTS^{•+}. The peel of ‘Extrema’ mango stood out largely due to its higher ascorbic acid and PET content, which reflected in higher antioxidant activity by ABTS and DPPH (EC₅₀) methods. The ‘Alphonso’ and ‘Maranhão’ with the mango ‘Tommy Atkins’ mangoes, had low total extractable polyphenols and antioxidant activity by ABTS in the pulp and low ascorbic acid content in the pulp and peel. The myricetin, quercetin and salicylic acid were the main phenolic compounds found in the pulp and peel of mangoes. The pulp of ‘Cunhão’ mango stood out due to the higher amounts of phenolic acids and total flavonoids, and ‘Rosa’ mango by differentiating from other varieties by high protocatechuic acid, sinapic acid, and mangiferin contents and also because it was the only variety in which the ferulic acid was detected. Regarding the peel, the ‘Extrema’ mango excelled widely from other varieties due to the higher amounts of phenolic acids and total flavonoids, as well as higher levels of salicylic acid, sinapic acid, mangiferin, catechin, myricetin and rutin. The peel of the mango, especially the variety ‘Extrema’ are highlighted as an important source of compounds beneficial to human health, having content on the average 40-fold higher than those found in the pulp, thus presenting great potential for pharmaceutical industries.

Keywords: *Mangifera indica* L., regional varieties, bioactive compounds, antioxidant activity, phenolic compounds

1. INTRODUÇÃO

A manga é uma das frutas mais apreciadas no mundo, devido principalmente as suas características de sabor e aroma, coloração atrativa e o seu alto valor nutricional (SILVA, et al., 2012a). O Brasil é o sétimo maior produtor de manga do mundo (FAO, 2016), sendo a sua produção destinada ao mercado interno e externo de frutas frescas (RUFINI et al., 2011), tendo como principais importadores a Europa e os Estados Unidos.

O Nordeste devido as suas condições favoráveis é a maior região produtora de manga do país respondendo por 67,43% da produção nacional (IBGE, 2013), tendo sua produção concentrada no vale do São Francisco. A Paraíba, por sua vez, apresenta pequena produção, que está muito distante dos patamares de outros estados da região. O principal destaque da produção de manga na Paraíba é a Fazenda Tamanduá, localizada no município de Santa Terezinha Sertão Paraibano, e que produz em torno de 80 mil caixas de manga certificada como biodinâmica por safra em uma área de 32 ha aproximadamente (FERREIRA et al., 2015).

A produção brasileira de mangas está centrada em uma única cultivar, a norte americana ‘Tommy Atkins’, que representa 79% da área cultivada no Brasil. Isto é justificado pelo fato dessa apresentar coloração de casca atraente (coloração vermelha), boa conservação pós-colheita, polpa menos fibrosa e relativo equilíbrio produtivo entre anos consecutivos (BRAZ et al., 2008). Entretanto, apesar da predominância do cultivo da manga ‘Tommy Atkins’, no Brasil há um grande número de variedades de mangas de ocorrência regional, tais como ‘Espada’, ‘Jasmim’, ‘Rosa’, ‘Úbá’, ‘Amarelinha’, ‘Extrema’, ‘Taú’, ‘Zill’, ‘Felipe’ e ‘Edward’ (SILVA et al., 2009; SILVA et al., 2012a), que apresentam elevada aceitação para consumo fresco pelos consumidores regionais e aptidão para a agroindústria. No entanto, a maioria destas variedades ainda são subexploradas, não apresentando área com plantio comercial e nem tão pouco possuem informações sobre a sua qualidade nutricional e funcional. Sellamuthu et al. (2013), apontaram a necessidade de estudos que comparem as características da manga ‘Tommy Atkins’, cultivar amplamente consumido e cultivado, com outros cultivares, para permitir novas perspectivas para os agricultores e indústrias locais.

Um dos fatores decisivos no consumo da manga é a sua qualidade funcional, que está relacionada com a elevada presença de compostos bioativos que apresentam atividade antioxidante (AJILA et al., 2007b; ROBLES-SANCHEZ et al., 2009a; SIVAKUMAR, et al., 2011; PALAFOX-CARLOS et al., 2012). Estes compostos atuam inibindo a hemólise oxidativa de eritrócitos induzida por H_2O_2 (AJILA et al., 2008) e a peroxidação lipídica

(DORTA et al., 2012). Os principais compostos bioativos presentes em mangas são o ácido ascórbico, os carotenóides, e os compostos fenólicos (MELO & ARAÚJO, 2011; MA et al., 2011).

Estudos demonstram que diferentes cultivares de manga apresentam diferenças na suas características, físicas, físico-químicas e antioxidantes (RIBEIRO & SHIELBER, 2010; YAHIA, 2011; LIU et al., 2013), este fato mostra a importância da caracterização das variedades regionais, tendo em vista a melhor exploração dos seus diferentes usos potenciais. Diversos estudos descrevem características intrínsecas das cultivares de mangas comerciais de todo o mundo (KLIENZE et al., 2012; NAMBI et al., 2015; FERNÁNDEZ-PONCE et al., 2012). Entretanto, pesquisas realizadas com variedades de mangas regionais no Brasil ainda são escassas, principalmente no Nordeste, que paradoxalmente possui variedades que são comercializadas exclusivamente dentro da região.

Os compostos fenólicos compreendem uma grande diversidade de moléculas, sendo os ácidos fenólicos (Ácido cafeico, ácido cinâmico, ácido clorogênico, ácido elágico, ácido ferúlico, ácido gálico) os flavonóis (canferol, miricetina, quercetina) e a xantona (mangiferina) os principais reportados para mangas (MOSTAFA et al., 2013; ONGPHIMAI et al., 2013; RAMIRES et al., 2014; DORTA et al., 2014). Os compostos fenólicos possuem grandes aplicações industriais, podendo ser utilizados como corantes e conservantes naturais para alimentos, na produção de tintas, e como ingredientes na cosmética e na farmácia (IGNAT et al. 2011). Deste modo, a identificação e quantificação destes compostos são de extrema importância para a valorização e caracterização de usos potenciais de produtos regionais, como as mangas.

Portanto a casca da manga, considerada subproduto e resíduo poluente da agroindústria, tem despertado como uma promissora fonte de compostos fenólicos e carotenóides, muito superior à quantidade observada na polpa (AJILA et al., 2010; ABBASI et al., 2015). Devido a isto, a casca da manga tem sido apontada como um potencial alimento funcional, como agente antiproliferativo e possível ingrediente no corrente sistema alimentar (KIM et al., 2010; NIXWELL et al., 2013; JAHURUL et al., 2015). Adicionalmente o uso de resíduos de frutas, podem diminuir os impactos ambientais e contribuir com a economia das regiões onde estão instaladas as agroindústrias (HOANG et al., 2015a).

Na microrregião do Brejo Paraibano, sobretudo no município de Areia e entorno, há ocorrência de uma grande diversidade de mangueiras, que geralmente têm seus frutos resultantes de extrativismo vegetal e comercializados nas feiras livres regionais, por preços

pouco competitivos. Com isso, estudos que apontem o potencial de mercado dessas variedades são extremamente importantes para a valorização desse produto e para ampliar as possibilidades dos produtores regionais.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

Avaliar a qualidade, o perfil de fenólicos e o potencial funcional de frutos na maturidade comercial de 9 variedades de mangueiras ('Maranhão', 'Cunhão', 'Espada', 'Jasmim', 'Manguita', 'Extrema', 'Rosa', 'Alphonso' e 'Tommy Atkins') ocorrentes no município de Areia-PB.

2.2. Objetivos específicos

Determinar os parâmetros de qualidade de frutos das variedades de mangueiras que estão relacionados com a aceitação no mercado de fruta fresca e na agroindústria (coloração, tamanho, rendimento, firmeza, teor de sólidos solúveis, acidez titulável e relação SS/AT).

Caracterizar os principais compostos bioativos (ácido ascórbico, carotenóides, flavanóides amarelos e compostos fenólicos) que contribuem para a atividade antioxidante da polpa e casca desses frutos.

Identificar e quantificar os principais compostos fenólicos (ácidos fenólicos e flavonoides) presentes na polpa e na casca de mangas de ocorrência regional.

Comparar a qualidade nutricional e funcional de mangas de ocorrência regional com a 'Tommy Atkins', cultivar amplamente difundido, e aceito, no mercado global.

Permitir a agregação de valor de variedades de mangas regionais através da caracterização de suas propriedades nutricionais e funcionais.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1. A cultura da mangueira

3.1.1. Aspectos botânicos e importância econômica

A Mangueira (*Mangifera indica* L.) pertencente à família anacardiácea e é originária da Ásia, apresentando como centro de origem o sudeste da Índia e a região Indo-Burma. Foi introduzida no continente americano pelos espanhóis no século XVII encontrando no Brasil excelentes condições edafoclimáticas para o seu desenvolvimento e produção (DEMBITSKY et al., 2011; WALL-MEDRANO et al., 2015). O fruto da mangueira, a manga, é uma drupa com enorme variação no tamanho, peso, forma (reniforme, ovada, oblonga, arredondada, cordiforme) e na cor (diversas tonalidades de verde, amarelo e vermelho) (SIVAKUMAR, et al., 2011; YAHIA et al., 2011).

A manga tem sido cultivada há mais de 4000 anos e é uma das frutas mais populares e mais comercializadas no mundo, apresentando elevada aceitação pelos consumidores (SILVA, et al., 2012a; PIERSON, et al., 2012; ABBASI et al., 2015). A manga é consumida tanto na sua forma fresca, como processada na forma de sucos, néctar, em conserva, frutas secas, em pasta e farinha (RIBEIRO & SHIELBER, 2010; SALMA et al. 2010; MELO & ARAÚJO, 2011; LIU et al., 2013; NAMBI et al., 2015).

De acordo com a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação - FAO (2016), que contabiliza os dados de produção de manga, goiaba e mangostão em conjunto, em 2013 foram produzidos cerca de 30 milhões de toneladas destes três frutos no mundo. Todavia, a manga é certamente a mais importante desses três frutos, em termos de quantidade. A Índia é o maior produtor desses frutos com produção de 12,34 milhões de toneladas, representando 41,67 % da produção mundial, a China e a Tailândia vêm logo em seguida com produções de 3,17 e 1,89 milhões de toneladas, respectivamente.

O Brasil em 2013 foi o sétimo maior produtor de manga do mundo com uma produção de 1.163.000 toneladas e com uma área plantada de 70.718 hectares, apresentando um aumento no valor da produção de 34,7 %, em relação ao ano anterior, com um valor de R\$ 906.927.000. A Bahia é o maior produtor com 437.919 toneladas, seguidos por São Paulo e Pernambuco, com produções de 214.260 e 214.117 toneladas, respectivamente. O estado da Paraíba é o 9º estado produtor de manga do país com produção de 11.039 toneladas, sendo o

sexto na região nordeste, em produção, ganhando apenas dos estados do Piauí, Maranhão e Alagoas (IBGE, 2013).

3.1.2. Diversidade Varietal e Padrões de Qualidade

No Brasil existe uma grande variabilidade de cultivares de mangueiras. Ramos et al. (2004) citou que das centenas de variedades de manga existentes no mundo, aproximadamente 100 são cultivadas no Brasil, destas as cultivares ‘Boubon’, ‘Coite’, ‘Coquinho’, ‘Coração’, ‘Espada’, ‘Haden’, ‘Itamaraca’, ‘Keitt’, ‘Mamão’, ‘Palmer’, ‘Rosa’, ‘Tommy Atkins’, ‘Ubá’ e ‘Van Dyke’, são consideradas as mais importantes segundo Mukrherje & Litz (2009). Silva et al (2012b), ao estudarem 15 cultivares de mangas, 8 brasileiros (‘Amarelinha’, ‘Espada’, ‘Extrema’, ‘Felipe’, ‘Oliveira Neto’, ‘Soares Gouveia’, ‘Taú’ e ‘Ubá’) e 7 americanos (‘Edward’, ‘Irwin’, ‘Haden’, ‘Kent’, ‘Palmer’, ‘Tommy Atkins’ e ‘Zill’), produzidos no Brasil, observaram similaridade de 20 % entre todos os cultivares, constatando a existência de uma alta variabilidade genética

No Brasil há uma grande variabilidade de mangas de ocorrência regional, que apresentam elevada aceitação pelos consumidores locais e regionais, no entanto estas possuem curta vida pós-colheita, o que dificulta o transporte a longas distâncias (RAMOS et al., 2004). Pierson et al. (2012), reportaram que a escassez de informações sobre os atributos de qualidade de alguns frutos tropicais, com destino a mercados de longa distância e a curta vida útil, tornam muitas dessas frutas desconhecidas nesses mercados. Diante disso, as mangas regionais podem ser consideradas alternativas promissoras para atender a crescente demanda dos países emergentes e desenvolvidos por produtos alimentícios de elevada qualidade. Para isso, a caracterização varietal é um importante componente que estabelece as bases para novos progressos científicos no desenvolvimento de novas cultivares (RAJWANA et al., 2011; RUFINI et al., 2011; SILVA et al., 2012b).

Galli et al. (2008), relatam que diversos fatores estão relacionados com a escolha da variedade de manga a ser plantada, destacando-se as preferências dos consumidores, o potencial produtivo da variedade, as limitações pós-colheita e, principalmente o potencial de mercado da variedade em médio prazo. A qualidade da manga desempenha papel importante na aceitação dos consumidores, sendo que as suas preferências mudam de acordo com a região de comercialização (SELLAMUTHU et al., 2011). No mercado Europeu a manga é vendida com bases em classes de qualidade que levam em consideração as características de cor e tamanho (PLEGUEZUELO et al., 2012).

Para Lima et al. (2007), a aparência da manga é o fator mais importante no sucesso da sua comercialização, sendo os defeitos da casca pouco tolerados. Segundo Batista et al. (2015), a aparência (frescor, cor, defeitos e deterioração), a textura (firmeza, resistência e integridade do tecido), o flavor, o valor nutricional e a segurança alimentar, fazem parte de um conjunto de atributos que definem a qualidade. Assim, o conhecimento dessas características é de extrema importância no atendimento das demandas do consumidor, bem como, permite a agregação de valor a cultivares que possuam características diferenciadas, principalmente quando se é possível atingir a mercados mais exigentes. Shi et al. (2015), reportaram que a qualidade da manga depende muito das suas propriedades físicas, tais como forma, comprimento, diâmetro, peso, quantidade de fibras na polpa, e cor da casca, e das suas propriedades químicas, tais como sólidos solúveis totais, acidez titulável e açúcares totais.

Neste sentido, Silva et al. (2009), verificaram que as variedades ‘Edward’, ‘Felipe’, ‘Irwing’, ‘Kent’ e ‘Palmer’ apresentam excelente aptidão para a agroindústria, tendo em vista os seus altos rendimentos de polpa. Pleguezuelo et al. (2012), observaram que as cultivares ‘Osteen’ e ‘Tommy Atkins’, produzidas no sul da Espanha, apresentam alta qualidade, atendendo assim as exigências dos consumidores europeus de fruto fresco. Rufini et al. (2011), selecionaram a partir de características biométricas e físico-químicas 11 acessos de manga Ubá que possuem aptidão para o processamento.

3.2. Os Compostos Bioativos

Os compostos bioativos são definidos como compostos essenciais e não essenciais que ocorrem amplamente na natureza, que fazem parte da cadeia alimentar e podem exercer ou não efeito sobre a saúde humana (BIESALSKI et al., 2009). Diversos estudos evidenciam a importância desses componentes na prevenção de doenças cardiovasculares, crônicas e cânceres (AJILA et al., 2008; CHIELL et al., 2009; WILKINSON et al., 2011; PIERSON et al., 2012; ABDULAH et al., 2014; HOANG et al., 2015a). Frutos e hortaliças apresentam um grande conteúdo de compostos bioativos, tais como vitaminas C e E, carotenóides e compostos fenólicos (MARTINEZ-NAVARETTE et al. 2010; MA et al., 2011), que fazem parte de seu sistema de defesa antioxidante não enzimático (MELO & ARAÚJO, 2011).

A manga é considerada uma importante fonte de compostos bioativos que possuem atividade antioxidante, dos quais pode-se destacar o ácido ascórbico, a vitamina A e os compostos fenólicos. Tendo isso em vista, diversos estudos têm dado enfoque na identificação (PALAFOX-CARLOS et al., 2012; SALEEM et al., 2013), quantificação (ONGPHIMAI et

al., 2013; ABDULAH et al., 2014; ABDULAH et al., 2015) e extração (FERNÁNDEZ-PONCE et al., 2012; DORTA et al., 2013; LUO et al., 2014; PIERSON et al., 2014) dos principais compostos bioativos das mais diversas variedades de manga no mundo. No entanto, ainda são necessários estudos que visem à caracterização de mangas regionais de ocorrência no Nordeste do Brasil. Ribeiro et al., (2008) e Melo & Araújo (2011), observaram grandes diferenças nos teores de ácido ascórbico, fenólicos totais e carotenóides totais para diferentes variedades de manga cultivadas no Brasil. Segundo Sellamuthu et al., (2013), informações nutricionais e funcionais sobre variedades de manga são muito valiosas, pois permite aos produtores, processadores e consumidores selecionar cultivares de manga para diferentes fins.

3.2.1. O Ácido Ascórbico

O ácido ascórbico é uma vitamina hidrossolúvel, essencial para plantas e animais, sendo necessário para o ser humano suplementar na sua alimentação, uma vez que não possui a capacidade de sintetizar essa molécula (GOGGIN et al., 2010). A deficiência de ácido ascórbico causa doenças específicas, sendo o escorbuto a principal delas. Esta doença é causada quando se ingere concentrações muito baixas de ácido ascórbico (<10mg/dia) durante um longo período de tempo (VANUCHI & ROCHA, 2010). De acordo com a FAO/OMS (2001) um homem adulto deve consumir em torno de 90 mg de ácido ascórbico/dia e uma mulher adulta em torno de 75 mg/dia, entretanto esse conteúdo pode ser inferior para crianças e adolescentes e superior para idosos.

Além de prevenir o escorbuto o ácido ascórbico possui grande eficiência na eliminação de espécies reativas de oxigênio (ROS), que são geradas como subprodutos de processos metabólicos aeróbicos, como respiração e estresses ambientais (MATSUOKA et al., 2015). Valente et al. (2011), reportam que o ácido ascórbico é um importante antioxidante dietético, sendo necessário como co-fator de muitas enzimas e que a sua forma reduzida, o ácido L-ascórbico, é a biologicamente ativa desta vitamina. No ser humano o ácido ascórbico é essencial para reparação de ossos e dentes e durante a cicatrização de feridas, aumentando também a absorção de ferro durante o consumo de alimentos de origem vegetal (GALLIE, 2013).

Donin et al. (2015), ao estudarem a relação da concentração do ácido ascórbico no plasma sanguíneo com a resistência á insulina e glicemia, em 9 crianças de 10 anos, reportaram que as intervenções para aumentar o teor de ácido ascórbico no plasma sanguíneo

pode ser uma alternativa eficiente na prevenção de diabetes do tipo 2, conforme observado em crianças do Reino Unido e do sul da Ásia.

Diante dos efeitos benéficos do ácido ascórbico na saúde KAPLAN lançou em 2015 uma patente com uma formulação para a composição do ácido ascórbico estável, que resumidamente trata-se do ácido ascórbico em solução com um composto higroscópico. Esta formulação, segundo o autor, pode ser utilizada na prevenção, inibição e no tratamento de estrias, dermatite, rugas, lentigo, discromia, celulite, limpeza de cicatrizes e outras doenças de pele.

As frutas e vegetais possuem relativamente altos teores de ácido ascórbico. No entanto, o seu teor varia amplamente entre as espécies e os tecidos das plantas (HUANG et al., 2014). O camu-camu e a acerola se destacam como as principais frutas tropicais fontes de ácido ascórbico, apresentando teores superiores a 1000 mg / 100g de polpa (RUFINO et al., 2010). A goiaba, o mamão e a manga, mesmo apresentando valores muito inferiores aos relatados acima, também contribuem com teores significativos de ácido ascórbico (OLIVEIRA et al., 2011; VALENTE et al., 2011), que satisfazem totalmente a nossa demanda de ingestão diária.

3.2.2. Os Carotenóides

Os carotenóides são pigmentos lipofílicos que conferem a cor amarela, laranja e vermelha de muitas frutas, hortaliças, crustáceos, alguns peixes e gemas de ovos. Esses são biossintetizados por plantas, algas, fungos e bactérias, mas são acumulados pelos animais a partir da dieta, permanecendo inalterados ou ligeiramente modificados (MALDONADE et al., 2008; RODRIGUEZ-AMAYA et al., 2015; VROLIJK, et al., 2015). Os carotenóides são classificados em carotenos, que são compostos apenas por carbono e hidrogênio (b-caroteno e licopeno) e xantofilas que são derivados oxigenados dos carotenos e que contem em sua estrutura pelo menos uma função epóxi (violaxantina, neoxantina, fucoxantina), hidroxil (luteína e zeaxantina), ceto (astaxantina, cantaxantina) ou metoxil (espiriloxantina) (ARATHI et al., 2015).

Alguns dos carotenóides apresentam estrutura cíclica β -ionona em suas moléculas, sendo considerados precursores de vitamina A (HORST & MORENO, 2009; SILVA et al., 2010), tais como, α -caroteno, β -caroteno e o β -criptoxantina. A deficiência em vitamina A causa a xeroftalmia, doença que é caracterizada pela não produção de lágrimas e por dificuldades de enxergar, principalmente durante a noite, podendo evoluir para ceratomalacia, lesões corneanas e cegueira permanente (STEVENS et al., 2015). Imdad et al. (2011),

reportam que a suplementação de vitamina A em crianças tem um efeito importante na redução de todas as causas de mortalidade infantil, especificamente a diarreia em crianças de 6-59 meses de idade. Ahmad et al. (2014), relatam que o suplemento de crianças recém nascidas com vitamina A pode reduzir a prevalência de infecções respiratórias, gastroenterite aguda e septicemia.

Grandes conteúdos de carotenóides provitamina A podem ser obtidos através da inclusão de frutos e hortaliças na nossa dieta (SELLAMUTHU et al., 2013), tais como as mangas (MATA et al., 2011; MELO & ARAÚJO, 2011). O principal carotenóide presente na manga é o β -caroteno, que responde por pelo menos metade dos carotenóides totais presentes na maioria das cultivares (HEWAVITHARANA et al., 2012). Ajila et al. (2010), observaram que a violaxantina, a luteína e o β -caroteno são os carotenóides majoritários em cascas de mangas. Segundo Ribeiro & Shielber (2010), a presença marcante de β -caroteno em mangas atribui um valor nutritivo adicional ao fruto, uma vez que esse possui a maior atividade pró-vitamina A. De acordo com Grune et al. (2010), a ingestão de β -caroteno é essencial para atender às necessidades diárias de vitamina A.

Os carotenóides não são só importantes precursores de vitamina A, mas também apresentam grande capacidade de captura de espécies reativas de oxigênio geradas pelos estresses, atuando principalmente como supressores do oxigênio singlete (RIBEIRO et al., 2008; OLIVEIRA et al., 2011; LADO et al., 2016). Chisté et al. (2014), observaram que a luteína, a zeaxantina e o β -caroteno são capazes de diminuir a peroxidação lipídica e oxidação da hemoglobina. Silva et al (2015), também verificaram que os carotenóides totais extraídos de músculos de *L. vannamei* possuem capacidade de capturar radicais livres e inibir a peroxidação lipídica. Niranjana et al. (2015), reportam que os carotenóides podem ser considerados candidatos potenciais para futuras terapias anticâncer.

3.2.3. Os Compostos Fenólicos

Os compostos fenólicos são metabolitos secundários de baixo peso molecular, amplamente distribuído em frutas e hortaliças, e que geralmente são produzidos como proteção contra luz UV, insetos, vírus, bactérias e plantas daninhas (BI et al., 2014; HELENO et al., 2015). Os compostos fenólicos compreendem uma grande variabilidade de moléculas que possuem uma estrutura polifenol (vários grupos hidroxila ligados a anéis aromáticos), mas que podem também podem possuir apenas um anel de fenol, tais como os ácidos e álcoois fenólicos (IGNAT et al., 2011). Existem mais de 8.000 compostos fenólicos que

possuem estruturas fenólicas conhecidas e que ocorrem amplamente no reino vegetal (SILVA et al., 2010). Na Tabela 1 é apresentado as principais classes de fenólicos encontrados nos vegetais.

Tabela 1. Principais grupos de fenólicos encontrados nos vegetais.

Grupos Fenólicos	Fontes
<i>Ácidos Fenólicos</i>	
Ácidos Hidroxicinâmicos	Damasco, mirtilo, cenoura, cereais, pera, cereja, frutas cítricas, sementes oleaginosas, pêsego, ameixa, espinafre, tomate e berinjela
Ácidos Hidroxibenzóicos	Mirtilos, cereais e sementes oleaginosas
<i>Flavonoides</i>	
Antocianinas	Mirtilo, groselhas preta e vermelha, cereja, uva e morango
Chalconas	Maçã
Flavanóis	Maçã, mirtilo, uva, cebola e alface
Flavanonois	Uvas
Flavanonas	Frutas cítricas
Flavonóis	Maçã, banana, mirtilo, endívia, alface, alho poró, cebola, azeite, pimenta e tomate
Flavonas	Frutas cítricas, aipo, salsa e espinafre
Isoflavonas	Soja
Xantonas	Manga e mangostão
<i>Taninos</i>	
Condensados	Maçã, uva, pêsego, ameixa, pera e mangostão
Hidrolisáveis	Romã e framboesa
<i>Outros Compostos Fenólicos</i>	
Arbutin	Pera
Avenanthramides	Aveia
Capsaicinoides	Pimenta
Cumarinas	Cenoura, salsão, frutas cítricas, salsa e nabo
Lignanas	Trigo, semente de linhaça, semente de gergelim e centeio
Secoiridóides	Azeitona
Estilbenos	Uva

Fonte: NACZK & SHAHIDI (2005)

Os compostos fenólicos têm sido intensamente estudados devidos os seus benefícios para a saúde na prevenção de doenças cardiovasculares, cancros, inflamações, cancres e diabetes (MARTINEZ-NAVARRETE et al., 2008; TERESA et al., 2010; DEMBITSKY et al., 2011; QUIÑONES et al., 2013; RAJENDRAN et al., 2014; SHAHIDI & AMBIGAIPALAN,, 2015; TANG et al., 2016).

Taofiq et al. (2015), relatam que ácido cinâmico presentes em cogumelos das espécies *P. ostreatus*, *M. procera*, *B. impolitus* e *A. bisporus*, apresentam elevado potencial anti-inflamatório. Kim et al. (2012), reportam que o flavanóide canferol possui atividade anti-inflamatória e é considerado um alvo promissor para o tratamento de muitas doenças vasculares, tais como aterosclerose, choque, ataque cardíaco e sepse. Segundo Ayoub et al. (2016), o ácido protocatecuico, ácido cafeico, quercetina, epigallocatequina, e peonidina são potencialmente responsáveis pela inibição da mutagênese e do surgimento de novos cânceros.

Também tem sido verificado que compostos fenólicos são eficientes na proteção contra intoxicação por metais pesados. Neste sentido, Amudha & Pari (2011), verificaram que a naringina, uma flavanona, possui efeito protetor contra danos oxidativo induzidos por Ni, em rim de rato. Soares et al. (2013), reportam que chás não fermentados com altos teores de fenólicos totais foram eficientes na proteção contra a inibição d-ALA-D no tecido ovariano, causada por toxidez de cádmio.

A manga e seus subprodutos são constantemente apontados como uma boa fonte de fitoquímicos que exercem propriedades antioxidantes e podem ser utilizados em várias aplicações alimentares (AJILA et al., 2010; CHEN et al., 2014; JAHURUL et al., 2015; HOANG et al., 2015b; RASOANAIVO et al., 2014; JIAMBONSRI et al., 2015). A tabela 2 apresenta os principais fenólicos que são encontrados na polpa na casca e no caroço de mangas.

Abdullah et al. (2015), relatam que extratos de sementes da manga apresentam elevada capacidade antioxidante nos ensaios DPPH e FRAP, devido, principalmente, a presença de polifenóis associados com grandes quantidades de fenóis. Marina & Noriham (2014), também verificaram alta atividade antioxidante para extratos de casca de manga, que foi relacionada com a presença dos compostos fenólicos majoritários catequina, epicatequina e canferol.

As cascas e sementes de manga são boas fontes de mangiferina, uma xantona que apresenta alta capacidade de eliminação do radical livre DPPH, alto poder redutor pelo FRAP e atividade protetora em HUVEC sob tensão induzida por H₂O₂, indicando assim alto potencial de prevenção de doenças associadas ao estresse oxidativo (LUO et al., 2012). A mangiferina também é capaz de exercer um efeito antitumoral em células cancerosas da próstata humana, podendo ser capaz de contribuir com o desenvolvimento de novas terapias (LI et al., 2016).

Tabela 2. Compostos fenólicos encontrados em polpa, casca e caroço de mangas.

Partes	Compostos Fenólicos	Referências
Polpa	Ácido cafeico, ácido cinâmico, ácido clorogênico, ácido elágico, ácido ferúlico, ácido gálico, ácido hidroxibenzóico, ácido p-cumárico, ácido protocatecuico, ácido sinápico, ácido vanílico, epicatequina, luteína, mangiferina, quercetina	Barreto et al., (2008); Ribeiro et al., (2008); Palafox-Carlos et al., (2012); Ongphimai et al., (2013); Ramires et al., 2014; Abbasi et al., (2015)
Casca	Ácido cafeico, ácido cinâmico, ácido clorogênico, ácido elágico, ácido ferúlico, ácido gálico, ácido p-cumárico, ácido protocatecuico, ácido sinápico, ácido siríngico, ácido vanílico, cafeína, catecol, catequina, epicatequina, genisteína, isomangiferina, canferol, mangiferina, miricetina, quercetina	Barreto et al., (2008); Ribeiro et al., (2008); Ajila et al., (2010); Ajila et al., (2013); Mostafa, (2013) Dorta et al., (2014); Abbasi et al., (2015); Hoang et al., (2015a)
Caroço	Ácido cafeico, ácido cinâmico, ácido clorogênico, ácido gálico, ácido protocatecuico, ácido sinápico, ácido vanílico, cafeína, catecol, pirogalol, catequina, canferol, mangiferina, miricetina, quercetina, salicílico	Barreto et al., (2008); Ribeiro et al., (2008); Mostafa, (2013); Dorta et al., (2014);

3.3. A Atividade Antioxidante

Atualmente, tem-se percebido mudanças nos hábitos alimentares dos consumidores, que tem buscado cada vez mais alimentos livres de agroquímicos e com elevado valor nutricional e funcional. De acordo com Sucupira et al. (2012), o consumo de frutos e hortaliças já não é simplesmente resultado de gosto pessoal ou preferência, mas se tornou uma preocupação de saúde, devido à presença de importantes nutrientes. Esta preocupação dos consumidores reflete em um aumento do interesse global para identificar compostos antioxidantes de origem vegetal que são farmacologicamente potentes e que não apresentam efeitos colaterais (AJIA et al., 2007; RIBEIRO et al., 2008; ABDULAH et al., 2015).

Os antioxidantes são agentes responsáveis pela inibição e redução das lesões causadas pelos radicais livres nas células, estes agentes são classificados como enzimáticos, envolvendo as enzimas glutathione s-transferase (GST), superóxido dismutase (SOD), ascorbato peroxidase (APX), catalase (CAT) e glutathione redutase (GR) (LÉCHAUDÉL et al., 2013; CHONGCHATUPORN et al., 2013; CHISTÉ et al., 2014) e não enzimáticos, composto por substâncias que possuem propriedades antioxidantes intrínsecas, tais como ácido ascórbico, carotenóides, flavanóides e polifenóis (NORATTO et al., 2010; MA et al., 2011).

Os agentes antioxidantes atuam diretamente na redução de espécies reativas de oxigênio (ROS), tais como $O_2^{\bullet-}$, H_2O_2 e OH^{\bullet} (ROSALIE et al., 2015). As ROS são constantemente geradas em tecidos vegetais, por um grande número de vias metabólicas, sendo que em concentrações baixas são responsáveis pela ativação de respostas de defesas e em concentrações altas são responsáveis pelo agravamento de lesões o que leva a danos oxidativos aos aminoácidos, lipídios e aos ácidos nucleicos (ZSIGMOND et al., 2011; NIRANJANA et al., 2015). A produção de grandes quantidades de antioxidantes para prevenir o estresse oxidativo pode dar apoio ao corpo humano na luta contra doenças degenerativas e crônicas (ROCHE & PEREZ, 2012). Pierson et al. (2012), relatam que uma dieta equilibrada que inclua o consumo abundante de frutos e hortaliças frescas ajuda na manutenção de uma vida saudável e diminuem os riscos de incidência de doenças crônicas, tais como doenças cardiovasculares, artrite e diabetes. Além da importância nutricional e funcional, os frutos que apresentam maior capacidade de limpeza das ERO, ou seja, possuam uma melhor eficiência dos seus agentes antioxidantes, se destacam por apresentar uma maior vida de útil pós-colheita (NIRANJANA et al., 2009).

Os métodos de análise da atividade antioxidante têm considerável relevância, principalmente por auxiliar na avaliação de substâncias bioativas, bem como na seleção de materiais para estudos (SUCUPIRA et al., 2012). Os métodos que mais são utilizados na determinação da atividade antioxidante são aqueles em que radicais livres cromogênicos sintéticos são usados para simular radicais livres naturais (MOO-HUCHIN et al., 2014).

Estes métodos têm como princípios: a captura dos radicais orgânicos (ABTS - 2,2'-azinobis 3-tilbenzotiazolina-6-ácido sulfônico e DPPH - 2,2-Diphenyl-1-picryl-52 hidrazil), o poder de redução do metal (FRAP - Ferric Reducing Antioxidant Power e CUPRAC - Cupric Reducing/Antioxidant Capacity), a captura do radical peroxila (ORAC - Oxygen Radical Absorbance Capacity Assay), a oxidação do LDL a quantificação de produtos formados durante a peroxidação de lipídios (TBARS-Thiobarbituric acid reactive substances) e a co-oxidação do β -caroteno (DU et al., 2009; FU et al., 2011; OUCHIKH et al., 2011; DORTA et al., 2012; DORTA et al., 2013; SARKAR et al., 2014; SOARES et al., 2016). Dentre os métodos citados, os mais utilizados são os que utilizam os radicais DPPH e ABTS (BORGES et al., 2011; ALMEIDA et al., 2011).

O método ABTS se baseia na capacidade que antioxidantes possuem de descolorir o 2,2'-azinobis-3-etilbenzotiazolina-6-sulfônicoácido (ABTS) radical cátion ($ABTS^{\bullet+}$), que é azul/verde em solução e tem absorbância máxima nos 734 nm (MANDADE et al., 2011). A

capacidade de antioxidantes reagirem com o radical $ABTS^{•+}$ geralmente é comparada com a do Trolox, que é atribuído um valor de 1,00 TEAC (WALKER & EVERETTE, 2009).

O método de DPPH se baseia na capacidade que antioxidantes possuem de descolorir o 2,2-difenil-1-picril-hidrazila (DPPH) que possui coloração púrpura em solução, e absorbância máxima no comprimento de 516 nm (BORGES et al., 2011; MISHRA et al., 2012; SCHAICH et al., 2015). Geralmente a atividade antioxidante determinada por esse método é expressa em termos de EC50 que é definido como a quantidade do antioxidante necessário para diminuir 50% da concentração do DPPH-inicial (MACIEL et al., 2010; LUO et al., 2014; RAMIRES et al., 2014).

Segundo Panda et al. (2012), o método de atividade antioxidante pela captura do DPPH é muito simples e muito utilizado apresentando longa vida radical ao contrario do radical peroxila (LOO^{\bullet}) que é altamente reativo e transitório. Com relação ao método de ABTS, os mesmo autores comentam que este método apresenta boa solubilidade permitindo análises de compostos tanto de natureza lipofílica como hidrofílica, sendo um dos mais rápidos e consistentes para a determinação da atividade antioxidante. Porém não se assemelha aos radicais encontrados no sistema biológico.

Floegel et al. (2011), reportam que o método ABTS é superior ao DPPH quando aplicado em diferentes alimentos de origem vegetal que contenham compostos antioxidantes hidrofílicos e lipofílicos e apresentando alta pigmentação. Por outro lado, Du et al. (2009) relatam que pelo menos dois métodos diferentes devem ser empregados para avaliar a capacidade antioxidante total dos produtos de interesse, tendo em vista, as várias características e mecanismos de reação que estão envolvidos na atividade antioxidante.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Localização e Obtenção do Material Vegetal

Este trabalho foi realizado no município de Areia-PB com área de aproximadamente 269 Km², localizado na microrregião do brejo Paraibano, com Latitude de 06°- 57'- 48''- S, Longitude de 35°- 41'- 30''- W e altitude de 618m (Figura 1). O clima pela classificação de Köppen é do tipo AS' (quente e úmido), com precipitação pluviométrica média anual em torno de 1500 mm e temperatura oscilando de 22 a 26 °C e umidade relativa do ar elevada de 75 a 87 % (BRASIL, 1972). Os dados climáticos referentes ao período deste trabalho se encontram na Tabela 3.



Figura 1. Localização geográfica do município de Areia-PB.

Tabela 3. Precipitações mensais e médias mensais de temperatura, umidade relativa e insolação durante os meses de Junho de 2014 a maio de 2015 no município de Areia-PB.

Mês/Ano	Precipitação Total (mm)	Temperatura Média (°C)	Umidade Relativa Média (%)	Insolação (Hrs)
Jun/2014	153,70	-	88,55	159,80
Jul/2014	156,20	20,91	87,16	156,40
Ago/2014	92,20	20,68	84,61	192,50
Set/2014	203,80	21,27	86,31	179,00
Out/2014	78	21,96	83,97	186,20
Nov/2014	40,90	22,85	79,83	199,70
Dez/2014	34,10	23,14	78,81	174,80
Jan/2015	50,90	23,30	77,98	234,60
Fev/2015	65	23,87	78,64	191,50
Mar/2015	133,30	23,30	85,50	189,10
Abr/2015	52	23,93	80,60	246,50
Mai/2015	91,20	23,42	83,57	224,30
Média	-	22,60	82,45	197,69

Fonte: INMET-Estação meteorológica de Areia-PB (2015).

As variedades de mangueiras ‘Maranhão’, ‘Cunhão’, ‘Espada’, ‘Jasmim’, ‘Manguita’, ‘Extrema’, ‘Rosa’, ‘Alphonso’ e ‘Tommy Atkins’ foram mapeadas, marcadas de pelo menos 6 plantas e monitoradas até que os seus frutos atingissem a maturidade fisiológica (Estádio de maturação “de vez”). O critério utilizado para a determinação da maturidade fisiológica foi a coloração da superfície (casca) dos frutos, considerando para as variedades ‘Maranhão’, ‘Alphonso’ e ‘Tommy Atkins’ a coloração de fundo (cor predominante) verde-amarelado e de cobertura (cor minoritária) avermelhada. Nas mangas ‘Jasmim’ e ‘Rosa’ considerou-se a coloração de fundo amarelo-alaranjado e de cobertura avermelhada. Para as mangas ‘Espada’, ‘Extrema’ e ‘Manguita’ considerou-se a coloração verde escura com início de pigmentação amarelada, e para a manga ‘Cunhão’ a coloração verde-clara em toda extensão do fruto.

A colheita foi realizada nas primeiras horas do dia à medida que os frutos das variedades atingiam a maturidade fisiológica, tendo ocorrido entre os meses de março e maio de 2015. Depois de colhidos os frutos foram acondicionados em caixas plástica e transportados para o Laboratório de Biologia e Tecnologia Pós-Colheita do CCA/UFPB, onde permaneceram armazenados em condição ambiente até que os frutos atingissem o estágio de maturação maduro (Comercial) (Figura 2). Depois de maduros os frutos foram separados em cinco repetições compostas por cinco frutos cada, totalizando 25 frutos por variedade. Após isto, as mangas foram submetidas a avaliações físicas e físicas químicas, sendo armazenada polpa e

casca a -80 °C para as posteriores avaliações dos compostos bioativos e da atividade antioxidante.

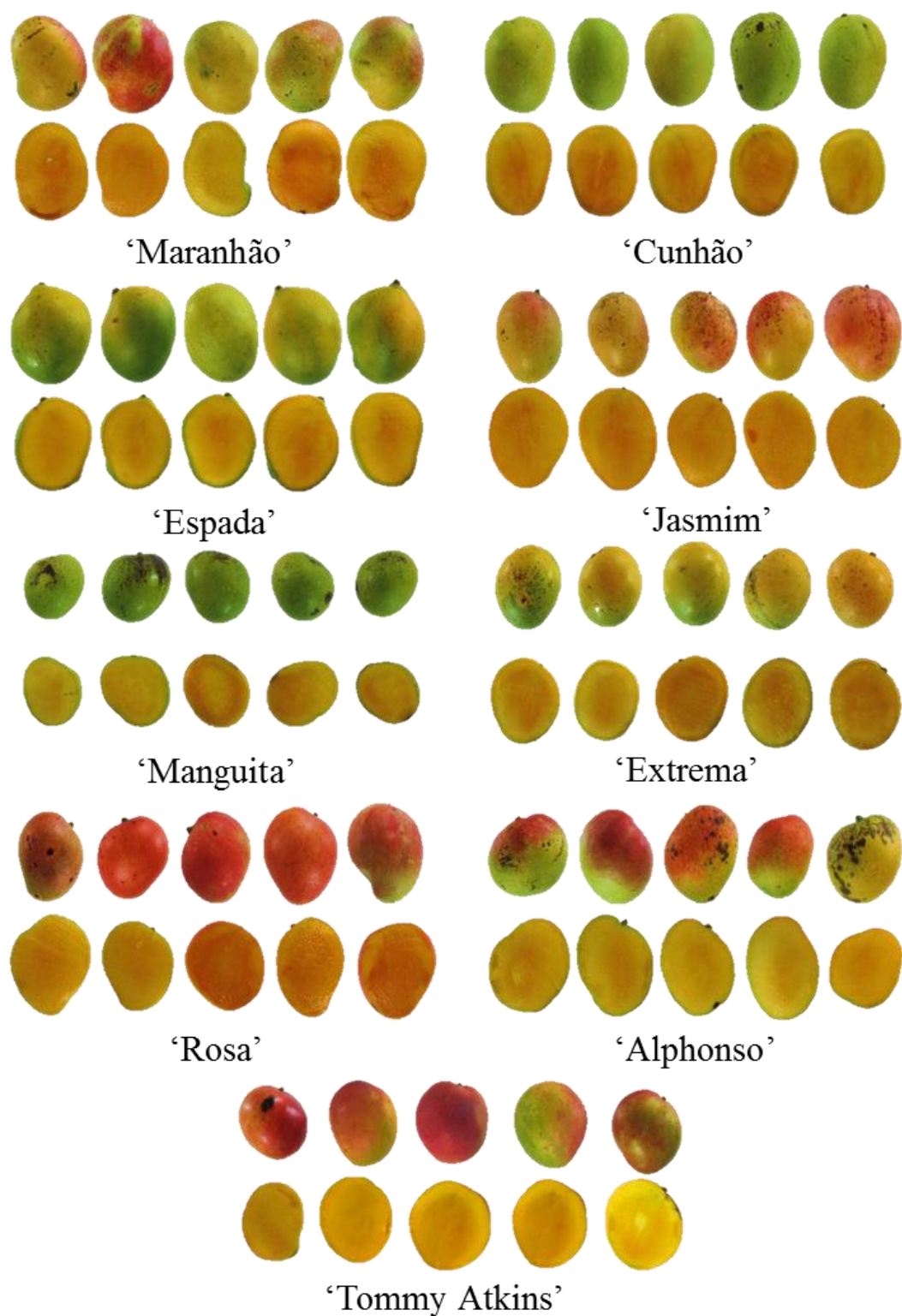


Figura 2. Aspectos físicos de frutos na maturidade comercial de mangueiras das variedades, 'Maranhão', 'Cunhão', 'Espada', 'Jasmim', 'Manguita', 'Extrema', 'Rosa', 'Alphonso' e 'Tommy Atkins', ocorrentes no município de Areia-PB.

4.2. Avaliações

4.2.1. Características físicas e físico-químicas

Massa Fresca (g): determinado por gravimetria em balança semi-analítica UX4200 – SHIMADZU.

Comprimento e Diâmetro (mm): Determinados com paquímetro digital Stainless Hardened.

Percentual de Casca (%): Determinada por gravimetria da massa das cascas, utilizando a balança semi-analítica UX4200 – SHIMADZU.

Rendimento de Polpa (%): Por diferença da massa dos frutos frescos, da massa da casca e do caroço.

Fimeza (N): determinada através de penetrômetro digital Fruit Hardness tested, região de inserção de 6 mm de diâmetro, realizando-se duas leituras na região equatorial do fruto íntegro, em lados opostos.

Cor de fundo da casca, cor de cobertura da Casca, e cor de polpa- Medidas com colorímetro Minolta CM-508d, o qual expressa a cor nos parâmetros: L^* , corresponde à claridade / luminosidade partindo do 0 (preto) a 100 (branco); a^* que define a transição da cor verde ($-a^*$) para a cor vermelha ($+a^*$); b^* que representa a transição da cor azul ($-b^*$) para a cor amarela ($+b^*$), C^* (Cromaticidade ou intensidade da cor) onde quanto mais distante do centro ($=0$), mais saturada a cor; e $^{\circ}H$, matrizes cujos ângulos 0° = vermelho, 90° = amarelo, 180° = verde, 270° = azul (AYALA-SILVA et al., 2005). A Cor da casca foi determinada em duas regiões da superfície do fruto, uma na cor predominante (Cor de fundo) e outra na cor minoritária (Cor de cobertura), sendo realizadas duas leituras por região (Figura 3). A cor da polpa foi determinada a partir de duas leituras diretas na mesma.

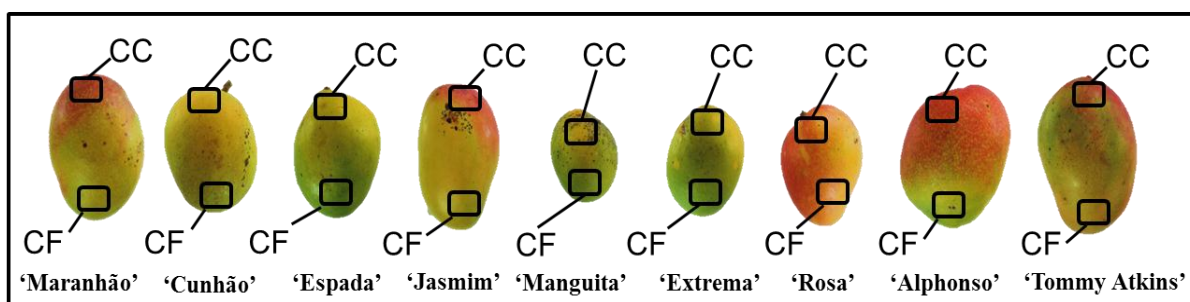


Figura 3. Região de coleta da cor de fundo (CF) e de cobertura (CC) da casca de frutos de 9 variedades de mangueiras na maturidade comercial ocorrentes no município de Areia-PB.

Teor de sólidos solúveis (%): determinado por leitura direta com refratômetro de bancada tipo ABBE com controle de temperatura (20°C) conforme Association of Official Analytical Chemistry – AOAC (2002);

Acidez Titulável (g. de ácido cítrico. 100 g⁻¹ de polpa): determinado por titulometria utilizando solução de NaOH 0,1M com indicador fenolftaleína, até obtenção de coloração róseo claro permanente por 15 seg, utilizando 5 g da amostra em 50 mL de água destilada conforme metodologia Instituto Adolf Lutz (2008);

Relação SS/AT: mediante divisão dos índices de SS por AT;

pH: utilizando potenciômetro digital, conforme metodologia do Instituto Adolfo Lutz – IAL (2008);

4.2.2. Compostos bioativos e atividade antioxidante

Ácido Ascórbico da polpa e da casca (AA - mg.100g⁻¹): determinado por titulometria, utilizando-se solução de DFI (2,6 dicloro-fenol -indofenol 0,002 %) até obtenção de coloração róseo claro permanente, utilizando-se 1 g da amostra em 50 mL de Ácido Oxálico 0,5% conforme Strohecker e Henning (1967), calculado pela fórmula: $(V \times F / 1000) \times 100 / P$, onde V= volume de DFI gasto na titulação; F = título do DFI; e P = peso da amostra;

Carotenóides Totais da polpa e da casca (Carot - mg.100g⁻¹): Determinado por espectroscopia a 450 nm, utilizando como solução extratora o Hexano P.A., de acordo com a metodologia de Higby (1962). Para a casca e para polpa pesou-se de 1 a 3 gramas (Variando conforme as variedades) e utilizou-se 10 mL da solução extratora. Os dados foram calculados pela fórmula: Carotenóides Totais = $[(A_{450} \times 100) / (250 \times L \times W)]$, onde A₄₅₀= absorbância; L= Largura da Cubeta em cm; W= quociente entre a massa da amostra original em gramas e o volume final da diluição mL.

Flavonoides Amarelos da polpa e da casca (Flav - mg.100g⁻¹): Determinados por espectroscopia a 374 nm, utilizando como solução extratora uma solução de Etanol P.A , de acordo com a metodologia de Francis (1982). + Ácido Clorídrico 1,5M (85:15). Para casca pesou-se de 1 a 3 gramas (variando de acordo com as variedades) e para polpa de 5 a 7 gramas, para ambos utilizou-se 10 mL da solução extratora. Os dados foram calculados pela fórmula: Flavonóides Totais = (Fator de diluição x absorbância/ 76,6);

Extrato fenólico: obtido conforme metodologia descrita por Larrauri et al. (1997), pesou-se de 1 a 2 gramas de polpa (variando entre as cultivares) e 1 grama de casca, adicionou-se 4 mL de metanol 50% e agitou-se Vórtex por 60 segundos, deixando descansar

por 1 hora para extração, e seguindo de centrifugação por 20 minutos à 9.000 rpm em temperatura ambiente. Após isto, foi retirado o sobrenadante colocando-o em tubo de ensaio graduado. Adicionou-se 4 mL de acetona 70% ao resíduo, agitando em Vortex por 60 segundos, deixando-se extrair por 1 hora, e posteriormente sendo centrifugado por 20 minutos à 9.000 rpm sob temperatura ambiente. O sobrenadante foi retirado e colocado junto com o primeiro sobrenadante, completando o volume final para 10 mL com água destilada. Todo procedimento foi realizado no escuro. O extrato foi utilizado em até 30 dias, sendo conservado em freezer;

Polifenóis extraíveis totais da polpa e da casca (PET - mg.100g^{-1}): determinada de acordo com Larrauri et al. (1997). Tomaram-se alíquotas entre 200 e 400 μL de extrato fenólico da polpa e de 20 à 50 μL para os extratos fenólicos da casca, completando-os para 1000 μL com água destilada. Essa diluição foi acrescida de 1000 μL do reagente de Folin Ciocalteu, 2000 μL de carbonato de sódio 20% e 2000 μL de água destilada. Agitou-se o tubo de ensaio, deixando descansar por 30 minutos ao abrigo de luz. A leitura foi realizada em até 2 horas após o tempo de descanso em espectrofotômetro a 700 nm. Todas as avaliações foram determinadas em três repetições. Para determinação do conteúdo de polifenóis totais levou-se em consideração à equação da reta obtida através de curva padrão de ácido gálico;

Atividade Antioxidante Total pela Captura do Radical ABTS^{•+} da polpa e da casca (ABTS - $\mu\text{M Trolox} \cdot \text{g}^{-1}$): O radical ABTS^{•+} foi obtido pela mistura de 5 mL da solução de ABTS (7mM) com 88 μL da solução de persulfato de potássio (140mM), repousando por 16 horas em temperatura ambiente e na ausência de luz. Uma vez formado o radical ABTS^{•+}, diluiu-se o radical com etanol até se obter uma absorbância de $0,700 \pm 0,05$ nm a 734 nm. Preparou-se a partir dos extratos fenólicos três diluições diferentes, em triplicata, de forma que o volume final da diluição fosse 30 μL . Em seguida acrescentou-se 3 mL do Radical ABTS^{•+} diluído a 700nm. As leituras das amostras foram feitas 6 minutos após a adição do radical ABTS^{•+} a 734 nm. Para a determinação, utilizou-se como base a curva padrão do Trolox com concentrações variando de 100 a 2000 μM , respeitando a faixa de linearidade da curva, sendo os resultados expressos em $\mu\text{M Trolox} \cdot \text{g}^{-1}$ polpa (DANTAS et al., 2015a).

Atividade Antioxidante Total Medida pela Captura do Radical DPPH[•] por extratos fenólicos da polpa e da casca (EC_{50} - mg.mL^{-1}): Determinado conforme Dantas et al., (2015b). A partir do extrato fenólico, foram preparadas três diluições (variando de acordo com a variedade), em três repetições. De cada diluição, utilizou-se uma alíquota de 100 μL para 3,9 mL do radical (0,06 mM). Como controle, utilizou-se 100 μL da solução controle

(álcool metílico (50%) + acetona 70% + água, relação 4:4:2) ao invés do extrato fenólico. Para calibração do espectrofotômetro a 515 nm, utilizou-se álcool metílico PA. As leituras foram realizadas após 55 minutos variedades 'Alphonso', 'Maranhão', 'Manguita', 'Tommy Atkins', 'Extrema', 'Espada' e 'Cunhão', e após 40 minutos variedades 'Jasmim' e 'Rosa da adição do radical DPPH', sendo estes os tempos necessários para redução e estabilização das absorbâncias (obtido conforme testes anteriores). Para calcular a ATT foi determinada a equação da reta, a partir da absorbância das três diluições, substituindo-se em seguida na equação a absorbância equivalente a 50% da concentração do DPPH* (Abs. Inicial do controle/2), encontrando-se a quantidade da amostra necessária para reduzir em 50% a concentração inicial do radical DPPH* (EC₅₀). Os valores de EC₅₀ foram expressos em mg.mL⁻¹ (concentração do extrato da amostra que é necessário para reduzir em 50% a concentração inicial do DPPH).

4.2.3. Perfil de compostos fenólicos (Ácidos fenólicos e Flavonoides)

Preparo dos extratos: Obtido através de adaptações na metodologia descrita por Larrauri et al. (1997). Pesou-se 10 g de polpa e 5 g de casca das variedades de mangas congeladas a -80°C, e realizou-se duas extrações. Na primeira extração adicionou-se 20 mL de metanol 50% nas amostras, sendo homogeneizadas em Turatec - TECNAL TE-102- á 21.500 rpm durante 5 minutos, por seguinte, a mistura (amostra/solvente) foi deixada em repouso por uma hora para a extração (temperatura ambiente) e centrifugada á 9.000 rpm por 15 min na temperatura de 25°C. Após isto, o sobrenadante foi retirado, sendo colocado em tubo Falcon devidamente protegido pela luz, o precipitado foi encaminhado para a próxima extração. Na segunda extração adicionou-se 20 mL de acetona 70% ao precipitado, sendo homogeneizados em Turatec - TECNAL TE-102 a 21.500 rpm durante 5 minutos. Em seguida, a mistura (amostra/solvente) foi deixada em repouso por uma hora para a extração (temperatura ambiente) e centrifugada á 9.000 rpm por 15 min na temperatura de 25°C. Após isto, o sobrenadante foi adicionado e misturado ao primeiro. Em seguida, foram colocados em almofariz e levados para estufa onde o solvente foi removido na temperatura de 40°C. Para a injeção no HPLC os extratos foram suspensos em água na concentração de 5mg/ml.

Análise HPLC: Utilizou-se cromatografia líquida de alta eficiência em fase reversa, no módulo de separação (LC-20 AT, Shimadzu Corporation, Japão) equipado com uma coluna C18 (SUPELCOSIL™ LC-PAH HPLC Column, 250 x 4,6 mm, tamanho de partícula 5 µm, Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, EUA) e um detector UV-VISÍVEL a 280 nm (Rheodyne,

EUA). As amostras foram eluídas em um sistema gradiente que consiste nas seguintes fases móveis: solvente A (2% de ácido acético, v/v) e solvente B (acetonitrila: metanol, 2:1, v/v), em fluxo constante de 1 mL/min. A temperatura da coluna foi mantida a 40 °C e o volume de injeção foi de 20 µL (PRASAD et al., 2009). Para a quantificação dos compostos fenólicos considerou-se que a área total obtida no HPLC representa 100% dos polifenóis extraíveis totais da amostra, sendo que a abundância relativa dos compostos fenólicos individuais foi calculada pela seguinte equação: Abundância relativa (mg.100g⁻¹ de polpa e casca fresca) = AFI x PET/100, onde AFI = área percentual dos compostos fenólicos individuais; PET= polifenóis extraíveis totais.

4.3. Análise Estatística

Os dados das análises físicas, físico-químicas, compostos bioativos e atividade antioxidante foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias das variedades foram comparadas pelo teste de Scott-knott a 5 % de probabilidade, utilizando o software estatístico Sisvar[®] versão 5.1 (2007).

Realizou-se duas análises de componentes principais (ACP) uma para correlacionar as características físicas e físicas químicas e outra para correlacionar as características envolvidas com o potencial antioxidante, ambas feitas com o intuito de correlacionar as características que mais diferiram entre as variedades. Para estabelecer a importância das variáveis dentro de cada componente utilizou-se o critério de Jolliffe (1972, 1973) e para agrupar as variedades que apresentavam maior similaridade com relação às variáveis estudadas, realizou-se análise de cluster. As análises foram feitas utilizando o software estatístico SAS[®] versão 9.3 (2011).

Para identificar os principais contribuintes da atividade antioxidante na polpa e na casca realizou-se uma análise de correlação simples entre os compostos bioativos (ácido ascórbico, carotenóides totais, flavonoides amarelos e polifenóis extraíveis totais) e as atividades antioxidantes por DPPH e ABTS, utilizando o software estatístico JMP[®] SAS versão 10.0.0.

Para agrupar as variedades quanto ao perfil de fenólicos realizou-se uma análise de agrupamento hierárquico com algoritmo estreitamente baseado no método de Sokal & Michener (1958), utilizando-se o software estatístico SAS[®] 9.3 (2011) e JMP[®] 10.0.0 para as análises.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Características físicas e físico-químicas

Os atributos físicos de massa fresca, comprimento, diâmetro, percentual de casca, rendimento de polpa, e firmeza diferiram entre as variedades (Tabela 4). As variedades ‘Maranhão’ e ‘Tommy Atkins’ apresentaram as maiores massas frescas com médias de 675,93 e 712,23 g, respectivamente, seguidas pela manga ‘Alphonso’ com massa de 530,24 g. As menores massas frescas foram obtidas para a variedade ‘Manguita’, com média de 112,61 g, sendo esta cultivar a única a apresentar massa inferior a 200 gramas. Silva et al. (2009), encontraram menores massas frescas para frutos das variedades ‘Espada’ e ‘Tommy Atkins’, com médias de 283,5 e 521,1 g, respectivamente. Pleguezuelo et al. (2012), também reportaram massas inferiores as encontradas nesse trabalho para as mangas ‘Tommy Atkins’, ‘Maranhão’ e ‘Alphonso’, com valores de 400 a 500 g para a ‘Tommy Atkins’. De acordo com as normas de classificação utilizadas atualmente pela CEAGESP (CEAGESP, 2004), quanto ao peso, às variedades ‘Cunhão’, ‘Extrema’, ‘Jasmim’, ‘Espada’ e ‘Rosa’ se enquadram na classe 200. Por sua vez, as variedades ‘Tommy Atkins’ e a ‘Maranhão’ na classe 550, a ‘Alphonso’ na classe 350 e a ‘Manguita’ na classe 100.

As variedades ‘Maranhão’ e ‘Tommy Atkins’ apresentaram os maiores valores de comprimento, com médias de 123,74 e 120,71 mm, respectivamente, e de diâmetro, com médias de 97,05 e 100,28 mm, respectivamente. Os menores valores de comprimento e diâmetro foram verificados na ‘Manguita’ com médias de 61,94 mm e 54,07 mm, respectivamente. As variedades ‘Alphonso’, ‘Cunhão’, ‘Jasmim’, ‘Espada’, ‘Maranhão’ e ‘Rosa’ apresentaram maiores diferenças entre o comprimento e diâmetro, consequentemente apresentam formato mais alongado. Por sua vez, as variedades ‘Manguita’, ‘Extrema’ e ‘Tommy Atkins’ eram mais arredondadas, pois apresentaram menor diferença entre o comprimento e o diâmetro. Silva et al. (2012a), em diferentes cultivares de manga observaram comprimento e diâmetro de, respectivamente, 99,2 e 86,5 mm, para a ‘Tommy Atkins’, 120,01 e 72,5 mm, para a ‘Bourbon’, 93,3 e 83,3 mm, para a ‘Haden’, 136,7 e 86,7 mm, para a ‘Palmer’ e 112,7 e 89,3 mm, para a ‘Parwin’, portanto as mangas regionais ‘Espada’, ‘Maranhão’, ‘Cunhão’, ‘Jasmim’ e ‘Rosa’, em estudo, apresentam valores de comprimento e diâmetro próximos aos das mangas comerciais citadas acima. Pleguezuelo et al. (2013), reportam que condições pré-colheita de cultivo como práticas culturais, material vegetal e clima exercem grandes influencia sobre esses atributos físicos. O tamanho e a forma dos

frutos são atributos muito importantes, pois quando possuem variação dentro do produto, irão afetar a seleção de mercado e a escolha do consumidor. Um exemplo disso é a indústria de frutas em calda que exige variedades de mangas com frutos que apresentem tamanhos e formatos muito regulares (RAMOS et al., 2004).

Com relação ao percentual de casca as variedades ‘Tommy Atkins’, ‘Jasmim’ e Espada apresentaram os maiores valores com percentuais de 18,21, 16,27 e 13,64 %, respectivamente. As demais variedades apresentaram percentuais menores que não diferiram entre si, tendo a manga ‘Alphonso’ o menor valor relativo com 8,30 %. Para o rendimento de polpa as variedades ‘Extrema’ e ‘Alphonso’ se destacaram das demais, apresentando percentagem de polpa acima dos 80%. Por outro lado, a ‘Tommy Atkins’, apresentou o menor rendimento com média de 61,78 %. As demais variedades apresentaram rendimento de polpa em torno de 70%.

Silva et al (2009), encontraram valores de percentagem de casca e de polpa que não corroboram com os deste trabalho para as variedades ‘Extrema’ e ‘Espada’, com médias de 20,8 e 23,9 % de casca e 60,6 e 59,8 % de polpa, respectivamente. A variedade ‘Ubá’ muito utilizada em Minas Gerais na indústria, apresenta rendimento de polpa muito inferior e percentual de casca muito superior aos deste experimento para as mangas ‘Extrema’ e ‘Alphonso’, com médias de 65,15 % de polpa e 20,73 % de casca (GALLI et al., 2011). De acordo com Pinto et al. (2011), o uso da manga Ubá com relação a essa característica é pouco aconselhável na agroindústria, sendo mais indicado a utilização de variedades de mangas como a ‘Mallika’ e a ‘Alphonso’, disponíveis em BAGs ou variedades dispersas naturalmente em algumas regiões Brasileiras.

Os frutos da variedade ‘Manguita’ apresentaram a maior resistência de polpa na maturidade comercial, com firmeza média de 38,09 N. A manga ‘Jasmim’ apresentou menor firmeza com valor de 6,19 N, as demais variedades ficaram em posição intermediária e não diferiram entre si. Batista et al. (2015), para as cultivares de manga ‘Van Dyke’, ‘Tommy Atkins’, ‘Haden’, ‘Kent’, ‘Palmer’, ‘Keitt’, ‘Espada’ e ‘Rosa’, verificaram variação de firmeza de 5,06 N na ‘Manga ‘Keitt’ a 16,92 N na manga ‘Rosa’, diferente dos resultados deste trabalho no qual foi verificado maior amplitude com variações de 6,19 á 38,09 N. Frutos com menores firmeza dificultam as operações de distribuição e comercialização, por serem mais susceptíveis a danos mecânicos, necessitando assim de maior cuidado no transporte o que danifica a aparência final (LIMA et al., 2009, SILVA et al., 2012a). Por outro lado, frutos com menor firmeza, como os da manga ‘Jasmim’, são mais aceitos pelos consumidores.

Segundo Jha et al. (2010), a textura é um dos atributos de qualidade mais importantes e desempenham papel significativo na seleção de frutos pelo consumidor.

Tabela 4. Massa Fresca (MF), comprimento (Comp.), diâmetro (Diâm.), percentual de casca (Perc. Casca), rendimento de polpa (Rend. Polpa) e firmeza (Firm.) de frutos na maturidade comercial de 9 variedades de mangueiras ocorrentes no município de Areia-PB.

Variedades	MF(g)	Comp. (mm)	Diâm. (mm)	Perc. Casca (%)	Rend. Polpa (%)	Firm (N)
Maranhão	675,93a	123,74a	97,05a	9,19b	76,09b	20,25b
Cunhão	240,80c	92,16c	66,44c	10,05b	75,94b	15,17b
Espada	295,24c	100,66b	72,02c	16,27a	69,45c	26,26b
Jasmim	275,10c	94,85c	69,08c	13,64a	78,52b	6,19c
Manguita	112,61d	61,94d	54,07d	9,30b	75,65b	38,09a
Extrema	269,41c	88,84c	71,71c	10,44b	80,65a	20,06b
Rosa	320,36c	101,53b	74,40b	9,88b	77,85b	20,76b
Alphonso	530,24b	107,78b	78,66b	8,30b	83,95a	23,66b
Tommy Atkins	712,23a	120,71a	100,28a	18,21a	61,78d	19,45b

Médias seguidas das mesmas letras nas colunas não diferem entre si pelo teste de Scott-knott, a 5 % de probabilidade.

A manga como cita Kang et al. (2008) é um fruto bicolor, ou seja, apresenta dois padrões de cores. Diante deste fato, é necessário avaliar essas características separadamente. Para tanto, neste trabalho realizou-se a coleta da cor da superfície (casca) do fruto em duas regiões uma na cor predominante (cor de fundo) e outra na cor minoritária (cor de cobertura).

Os parâmetros de cor da casca de fundo (Tabela 5) diferiram entre as variedades, exceto o °H, que não diferiu entre variedades e obteve média geral de 83,26. A manga ‘Rosa’ se destacou das demais variedades com relação aos parâmetros de cor de fundo da casca, apresentando maiores L^* (44,83), a^* (9,65), b^* (48,51) e C^* (49,75), indicando uma cor intensa, brilhosa e de tom laranja-avermelhado. As variedades de manga ‘Alphonso’, ‘Manguita’, ‘Extrema’ e ‘Espada’ apresentaram cor de fundo da casca com maior opacidade, menor vivacidade e tonalidade verde-amarelado, sendo confirmada pelos baixos valores de L^* , a^* , b^* e C^* . A manga ‘Tommy Atkins’, a mais consolidada no mercado, apresentou cor de casca de fundo com a segunda menor luminosidade, tonalidade amarelo - laranja e pouca intensidade de cor, com valores de $L^* = 36,43$, $a^* = 3,65$, $b^* = 40$, e $C^* = 40,52$. De acordo com Pinto et al. (2011), o padrão da cor de casca vermelha é a mais aceita pelos consumidores internacionalmente. Cores avermelhadas de casca de manga estão associadas à dominante

presença de antocianinas, flavonoides e fenilpropanóide, enquanto, a coloração amarela está associada com os maiores conteúdos de carotenóides (ANDERSEN & JORDHEIM, 2010; YAHIA, 2011; RODRIGUEZ-AMAYA, 2015).

Batista et al. (2015), observaram valores de L^* da manga ‘Rosa’ próximos deste trabalho para a mesma variedade, com média de 45,79. Entretanto, observaram valores de C^* e $^{\circ}H$ superiores, com médias de 34,60 e 94,45, respectivamente. Para a manga ‘Tommy Atkins’ esses autores verificaram $^{\circ}H$ de 86,65, L^* de 41,74 e C^* de 26,53. De acordo com Duque et al. (2007), os principais componentes da cor de manga se caracterizam por serem substâncias com estruturas muito diversas e com propriedades químicas e físicas extremamente variadas. A cor dos frutos é um importante atributo de qualidade, pois contribui com aparência do fruto influenciando a preferência do consumidor, além disso, a cor sofre grandes mudanças durante a maturação se constituindo num bom índice de colheita (MOTTA et al., 2015).

Tabela 5. Parâmetros L^* , a^* , b^* , C^* e $^{\circ}H$ da cor de fundo da casca (cor predominante) de frutos na maturidade comercial de 9 variedades de mangueiras ocorrentes no município de Areia-PB.

Variedades	L^*	a^*	b^*	C^*	$^{\circ}H$
Maranhão	39,27b	4,20b	45,89b	46,21b	84,63a
Cunhão	38,40b	-0,72c	45,98b	46,01b	88,09a
Espada	31,97d	-3,63c	39,17c	39,35c	84,69a
Jasmim	39,91b	5,25b	44,63b	45,13b	83,35a
Manguita	33,66d	-3,43c	41,60c	41,77c	73,83a
Extrema	33,85d	-2,89c	38,64c	38,77c	85,68a
Rosa	44,83a	9,65a	48,51a	49,75a	79,16a
Alphonso	34,27d	-2,88c	40,75c	40,87c	85,87a
Tommy Atkins	36,43c	3,65b	40,00c	40,52c	84,07a

Médias seguidas das mesmas letras nas colunas não diferem entre si pelo teste de Scott-knott, a 5 % de probabilidade.

Com relação à cor de cobertura da casca, observou-se diferença entre as variedades para todos os parâmetros (L^* , a^* , b^* , C^* e $^{\circ}H$) (Tabela 6). A variedade ‘Cunhão’ obteve os maiores valores de L^* na cor de cobertura da casca, com média de 44,45. As mangas ‘Tommy Atkins’ e ‘Alphonso’ foram as que apresentaram maior opacidade com valores de 31,78 e 30,25, respectivamente. No componente a^* da cor da casca de cobertura observou-se maiores valores para as mangas ‘Rosa’ e ‘Tommy Atkins’, com médias de, 23,76 e 23,64, respectivamente,

indicando coloração que se aproximam da tonalidade vermelha. As variedades ‘Maranhão’ e ‘Alphonso’ vêm logo em seguida com médias de 18,69 e 17,12, respectivamente. A ‘Manguita’, ‘Espada’ e ‘Extrema’ apresentaram os menores valores de a^* , variando de 1,17 a 6,7. Para o componente b^* , as mangas ‘Cunhão’ e ‘Espada’ se destacaram por apresentarem as maiores médias e por serem as únicas variedades a ultrapassarem o valor de 50, mostrando assim a presença de cores que muito se assemelham ao amarelo. Os menores valores de b^* foram verificados nas variedades ‘Tommy Atkins’ e ‘Alphonso’ com médias de 32,59 e 33,40, respectivamente.

A manga ‘Cunhão’ foi à variedade que apresentou os maiores valores do parâmetro C^* na cor de cobertura, com média de 54,93, seguida pela manga ‘Espada’ com valor de 50,94. Aliás, estas variedades foram as únicas a atingirem a casa dos 50. A manga ‘Alphonso’ foi a variedade com menor intensidade da cor de cobertura com valor de 38,13. Com relação ao $^{\circ}H$ da cor de cobertura os frutos das variedades ‘Cunhão’, ‘Espada’, ‘Manguita’ e ‘Extrema’ apresentaram maiores valores, com ângulos acima de 80° , demonstrando a presença de cores mais claras próximas ao amarelo. Por outro lado, a manga ‘Tommy Atkins’ apresentou o menor ângulo com média 53,23. Contudo, os frutos das variedades ‘Manguita’, ‘Espada’, ‘Cunhão’ e ‘Extrema’ apresentaram coloração de cobertura amareladas com variação na saturação, no brilho, e na tonalidade. As variedades de manga ‘Maranhão’, ‘Rosa’, ‘Jasmim’, ‘Alphonso’ e ‘Tommy Atkins’ apresentaram frutos com cor de cobertura de cascas avermelhadas, variando também na saturação, no brilho e na tonalidade.

Lima et al. (2009), estudando a evolução de indicadores do ponto de colheita da manga ‘Tommy Atkins’ durante o crescimento e a maturação nas condições do Vale do São Francisco, reportaram cor de casca de cobertura com valores de L^* , C^* e $^{\circ}H$ inferiores aos observados neste experimento com L^* variando de 25 a 30, C^* variando de 15 a 20 e $^{\circ}H$ variando de 15 a 20, indicando a presença de mangas com cores de cobertura mais avermelhadas. A coloração externa dos frutos varia bastante de acordo com a isolamento que o fruto esta exposto. Com isso, a posição da planta e as estações do ano influenciam diretamente no desenvolvimento da cor avermelhada (MORAIS et al, 2002). Para Batista et al. (2015), a coloração de frutas é um importante atributo de marketing, sendo reconhecida como um fator para atrair o consumidor, logo, torna-se importante caracterizar a coloração de diferentes cultivares, bem como, reconhecer os fatores fisiológicos e os processos que a modificam.

A grande variabilidade de cor na casca da manga faz com que os seus parâmetros possam ser usados constantemente para relacionar a aparência externa do fruto com a

qualidade interna (KLIENZE, et al. 2012; FUKUDA et al., 2014; NORDEY et al., 2014; NAMBI et al., 2015). Assim a coleta dos parâmetros de cor na região de cobertura da casca da manga apresenta variabilidade significativa entre as variedades, como mostra este trabalho, e pode posteriormente ser explorado como parâmetro para prever a qualidade interna de manga, sendo assim, uma característica potencial a ser usada em sistemas de determinação da qualidade por meio de análises não destrutivas.

Tabela 6. Parâmetros L^* , a^* , b^* , C^* e $^{\circ}H$ da cor de cobertura (cor minoritária) da casca de frutos na maturidade comercial de 9 variedades de mangueira ocorrentes no município de Areia-PB.

Variedades	L^*	a^*	b^*	C^*	$^{\circ}H$
Maranhão	35,54c	18,69b	38,16c	44,05d	64,21c
Cunhão	44,45a	8,83c	53,99a	54,93a	80,74a
Espada	41,34b	5,00d	50,61a	50,94b	84,49a
Jasmim	38,43b	12,57c	40,54c	43,27d	72,65b
Manguita	35,90c	1,17d	46,17b	46,23c	87,56a
Extrema	39,77b	6,79d	48,90b	49,47c	82,36a
Rosa	36,86c	23,76a	40,11c	47,27c	59,23c
Alphonso	30,25d	17,12b	33,40d	38,13e	63,38c
Tommy Atkins	31,78d	23,64a	32,59d	41,32d	53,23d

Médias seguidas das mesmas letras nas colunas não diferem entre si pelo teste de Scott-knott, a 5 % de probabilidade.

Os parâmetros de cor de polpa L^* , a^* , b^* , C^* e $^{\circ}H$ diferiram entre as variedades (Tabela 7). As polpas das variedades ‘Jasmim’ e ‘Alphonso’ apresentaram os maiores valores de L^* com médias de 45,65 e 45,50, respectivamente. A ‘Manguita’ mostrou o menor valor deste parâmetro com média de 38,44. O componente a^* da polpa apresentou grande variação entre as variedades, tendo a manga ‘Rosa’ o maior valor deste parâmetro com média de 17,36, seguida pela manga ‘Jasmim’ com média de 15,76. A ‘Manguita’, por sua vez, mostrou o menor valor de a^* com média de 8,00. No parâmetro b^* observa-se uma menor variação entre as variedades, tendo as mangas ‘Cunhão’, ‘Espada’, ‘Jasmim’, ‘Rosa’ e ‘Alphonso’ os maiores valores, com médias de 56,88, 58,78, 59,31, 56,08 e 57,84, respectivamente. As demais variedades apresentaram médias inferiores de b^* variando de 51,47 a 53,58. Maiores valores de a^* e b^* estão relacionados com a maior presença de carotenóides, principalmente o β -caroteno que possui coloração amarela (FARAONI et al., 2009).

Com relação ao componente C^* , a variedade ‘Jasmim’ se destacou das demais sendo a única a atingir valores acima de 60, apresentando assim uma maior vivacidade de cor de polpa. As mangas ‘Extrema’, ‘Manguita’, ‘Tommy Atkins’ e ‘Maranhão’ apresentaram os menores valores deste atributo com médias de 54,33, 53,03, 53,38 e 55,22. No parâmetro $^{\circ}H$ a ‘Manguita’ apresentou o maior ângulo com 81,34, o que demonstra que esta variedade apresenta polpa com cores claras próximas ao amarelo. Por outro lado, as variedades ‘Tommy Atkins’, ‘Rosa’, ‘Jasmim’ e ‘Maranhão’ apresentaram os menores ângulos com valores de 76,07, 72,78, 75,12 e 74,81, respectivamente, indicando a presença de cores alaranjadas.

Liu et al. (2013), estudando as mangas ‘Tainong’, ‘Irwin’, ‘Jin Hwang’ e ‘Keitt’, observaram valores de $^{\circ}H$ de polpa superiores aos encontrados nesse experimento para as variedades ‘Tommy Atkins’, ‘Rosa’, ‘Extrema’, ‘Maranhão’, ‘Cunhão’, ‘Jasmim’, ‘Alphonso’ e ‘Espada’. Batista et al. (2015), avaliando mangas ‘Van Dyke’, ‘Tommy Atkins’, ‘Handen’, ‘Kent’, ‘Palmer’, ‘Keitt’, ‘Espada’ e ‘Rosa’, também observaram maiores valores de $^{\circ}H$, e menores valores de C^* , quando comparados as variedades ‘Tommy Atkins’, ‘Rosa’, ‘Extrema’, ‘Maranhão’, ‘Cunhão’, ‘Jasmim’, ‘Alphonso’ e ‘Espada’ deste experimento. Contudo, as variedades deste experimento possuem coloração de polpa com tonalidades mais alaranjadas e com maior intensidade, que as acima citadas, apresentando, assim, nesse atributo potencial para a indústria. De acordo com Robles-Sánchez et al. (2009a), o consumidor de frutas processadas detecta principalmente a tonalidade da cor do fruto, sendo a tonalidade ($^{\circ}H$) o parâmetro que determina a aceitação e a rejeição de um produto.

A coloração de Polpa é uma característica muito importante para a indústria, visto que polpas com coloração intensa não necessitam ser adicionadas de corantes para a fabricação de sucos e néctar. Esta característica é também fator determinante na aceitação de mangas minimamente processadas (SELLAMUTHU et al., 2013). Neste sentido, parâmetros, tais como a^* e b^* , tem sido constantemente usados como ferramentas para prever a qualidade de mangas minimamente processadas (NGAMCHUACHIT et al., 2015).

Tabela 7. Parâmetros L^* , a^* , b^* , C^* e $^{\circ}H$ da cor de polpa de frutos na maturidade comercial de 9 variedades de mangueiras ocorrentes no município de Areia-PB.

Variedades	L^*	a^*	b^*	C^*	$^{\circ}H$
Maranhão	43,06b	13,83c	51,47b	53,38c	74,81d
Cunhão	41,33b	11,04d	56,88a	57,96b	79,06b
Espada	43,05b	12,13d	57,49a	58,78b	78,02c
Jasmim	45,50a	15,76b	59,31a	61,38a	75,12d
Manguita	38,44c	8,00f	52,41b	53,03c	81,34a
Extrema	41,97b	9,80e	53,41b	54,33c	79,57b
Rosa	42,46b	17,36a	56,08a	58,73b	72,78d
Alphonso	45,65a	12,33d	57,84a	59,16b	77,99c
Tommy Atkins	41,42b	13,26c	53,58b	55,22c	76,07d

Médias seguidas das mesmas letras nas colunas não diferem entre si pelo teste de Scott-knott, a 5 % de probabilidade.

O teor de sólidos solúveis (SS - %) e a Acidez Titulável (AT - g.100g⁻¹) diferiram entre as variedades de mangas na maturidade comercial (Figura 4). A manga ‘Rosa’ se destacou quanto ao teor de SS, sendo a única variedade a atingir o valor de 20%. A segunda maior média foi obtida da manga ‘Espada’ com 18,77 %. As variedades ‘Maranhão’, ‘Cunhão’, ‘Extrema’, ‘Alphonso’ e ‘Tommy Atkins’, apresentaram os menores teores de SS com médias variando de 13,97 a 15,67 %.

Ngamchuachit et al. (2015), reportaram teores de sólidos solúveis para a manga ‘Kent’ inferiores aos obtidos neste experimento para a manga ‘Rosa’, com médias de 14,35 %. Batista et al. (2015), também relataram valores inferiores aos deste experimento para a manga ‘Rosa’, com 18,1 % para a ‘Van Dyke’, 13,4 % para a manga ‘Tommy Atkins’, 14,3% para a manga ‘Haden’, 12,2 % para a manga ‘Kent’, 15,3 % para a manga ‘Palmer’, 12,0 % para a manga ‘Keitt’, 14,5 % para a manga ‘Espada’ e 13,8 % para a manga ‘Rosa’. Por outro lado, Pleguezuelo et al (2013), relataram valores próximos aos da variedade ‘Rosa’, com média de 20,0 % para a variedade ‘Lippens’. PINTO et al. (2011), relatam que variedades de mangas com teor de sólidos solúveis de 18-20% são as mais indicadas para a utilização na indústria de sucos.

A variedade ‘Extrema’ apresentou elevada acidez titulável com média 1,49 g.100g⁻¹, muito superior às demais variedades que foram inferior a 0,7 g.100g⁻¹, indicando forte intensidade de sabor. Os frutos das variedades ‘Jasmim’, ‘Espada’ e ‘Tommy Atkins’ foram os que apresentaram as menores acidez titulável com médias de 0,13, 0,28 e 0,43 g.100g⁻¹, respectivamente.

Silva et al. (2009), estudando a manga ‘Extrema’, em Minas Gerais, reportaram valores de AT que corroboram com os resultados observados neste trabalho para a mesma variedade, com média de 1,28 g.100g⁻¹. Galli et al. (2011), também observaram valores de AT similares aos deste trabalho para a manga ‘Extrema’, com médias de 1,28 g.100g⁻¹ para as variedades ‘Surpresa’ e ‘IAC-111’. Liu et al. (2013), observaram valores próximos aos encontrados nesse trabalho para as variedades ‘Espada’, ‘Jasmim’ e ‘Tommy Atkins’, com médias de 0,36 g.100g⁻¹ para a manga ‘Irwin’, 0,26 g.100g⁻¹ para manga ‘JinHwang’ e 0,14 g.100g⁻¹ para a manga ‘Keit’. Segundo a legislação brasileira de qualidade de polpa de frutas, a polpa de manga deve apresentar acidez de no mínimo 0,32 g.100g⁻¹ (BRASIL, 2000).

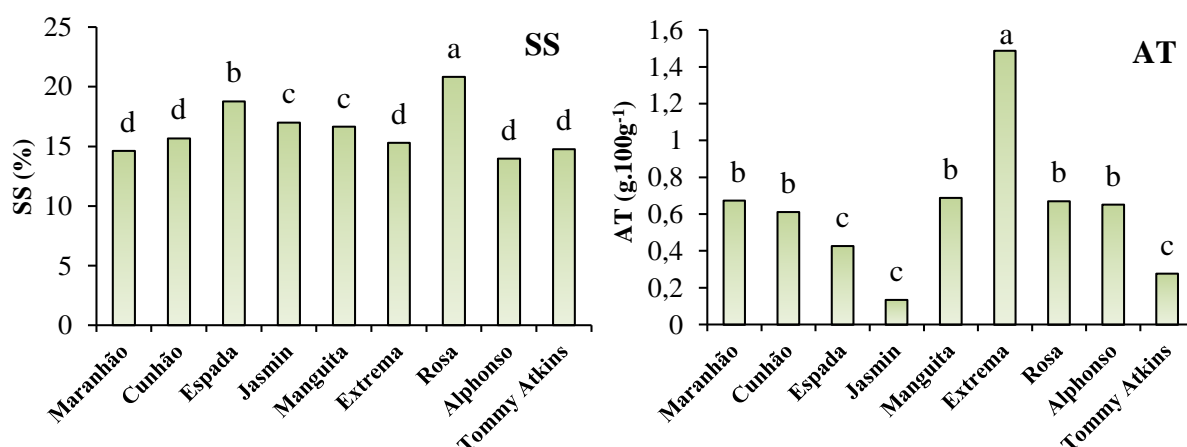


Figura 4. Sólidos Solúveis (SS - %) e Acidez titulável (AT - g.100g⁻¹) de frutos na maturidade comercial de 9 variedades de mangueiras ocorrentes no município de Areia-PB. Colunas que apresentam a mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-knott, a 5 % de probabilidade.

A relação SS/AT e o pH diferiram entre as variedades (Figura 5). Os baixos teores de acidez titulável e o significativo teor de sólidos solúveis fizeram com que a manga ‘Jasmim’ apresentasse uma elevada relação SS/AT, com média de 129, 53, que é superior ao dobro dos valores obtidos para as variedades ‘Espada’ e ‘Tommy Atkins’, que apresentaram as segundas maiores médias. As demais variedades apresentaram os menores valores deste atributo com relação inferior a 40.

Shi et al. (2015), ao estudarem as características físico-químicas de 28 genótipos de manga, observaram valores de relação SS/AT próximos as observadas neste trabalho para a manga ‘Jasmim’, com média de 120,16 para a variedade ‘Nam Dok Mai’. Os consumidores de frutos frescos no geral preferem os com baixo teor de acidez e alto teor de sólidos solúveis, ou seja, preferem frutas com elevada relação SS/AT (RAMOS et al., 2004).

A variedade ‘Jasmim’ apresentou maior pH com 5,12, seguida pelas variedades ‘Espada’ e ‘Tommy Atkins’, com valores de 4,60 e 4,17, respectivamente. Os menores valores foram obtidos das mangas ‘Cunhão’, ‘Manguita’ e Extrema, variando de 3,52 a 3,85. Os menores valores de pH indicam frutos mais ácidos de sabores fortes e pouco aguadas (SILVA et al., 2012a). Pleguezuelo et al. (2013), encontraram valores próximos aos relatados neste trabalho para a manga ‘Jasmim’, com médias de 5,7 para a manga ‘Lippens’, de 5,1 para a manga ‘Sensations’, de 5,0 para a ‘Irwin’, de 5,4 para a manga ‘Gleen’ e de 4,9 para a manga ‘Tommy Atkins’. O pH fornece dados importantes sobre o estado de conservação dos produtos alimentícios (RUFINI, et al. 2011), sendo que de acordo com a legislação brasileira, as polpas de manga devem possuir pH variando de 3,3 a 4,5 (BRASIL, 2000).

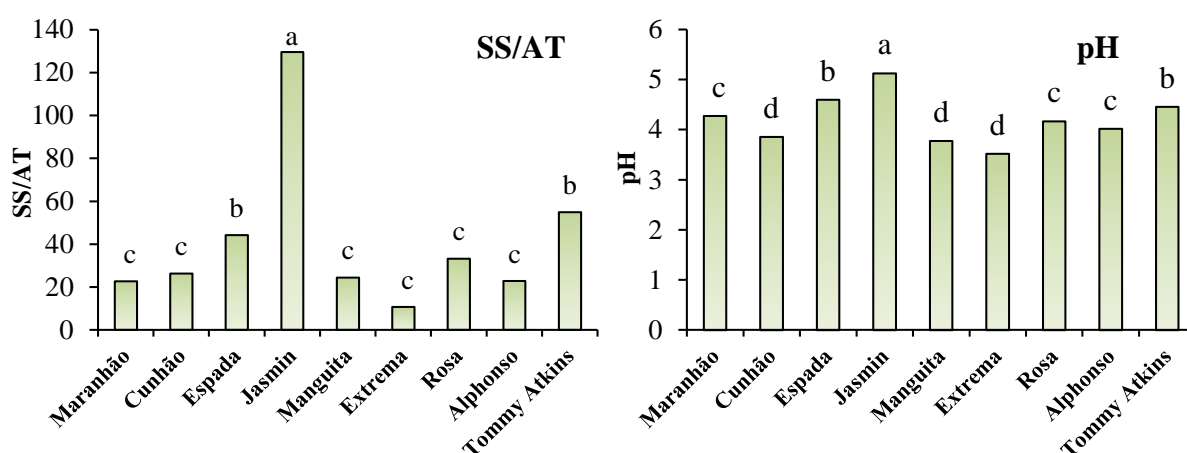


Figura 5. Relação SS/AT e pH de frutos na maturidade comercial de 9 variedades de mangueiras ocorrentes no município de Areia-PB.

Colunas que apresentam a mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-knott, a 5 % de probabilidade.

A partir da análise de componentes principais (ACP) observou-se que a variabilidade existente nas características físicas e físico-químicas nos frutos de 9 variedades de mangueiras ocorrentes no município de Areia-PB, pode ser explicada, em 73,3 %, por três componentes principais (CP), CP1= 37,5%; CP2= 20,69% e CP3=14,76% (Tabela 8 e Figura 6).

Os parâmetros de cor de fundo da casca L^* (LCf) e a^* (aCf), de cor de cobertura da casca a^* (aCc), b^* (bCc) e °H (HCc), da cor de polpa a^* (ap) e °H (Hp), bem como, a massa fresca (MF) o comprimento (Comp.) o diâmetro (Diam.), e o pH foram as principais características responsáveis pela variabilidade existente entre as mangas estudadas no CP1. No CP2 as principais variáveis foram os parâmetros de cor de fundo da casca b^* (bCf) e C^* (CCf), de cor de cobertura da casca L^* (LCc), b^* (bCc) e C^* (CCc), de cor de polpa b^* (bp) e C^* (Cp), a massa

fresca, o diâmetro, e o teor de sólidos solúveis (SS). Para o CP3 as características que mais tendenciaram foram L^* , b^* e C^* da cor de fundo da casca, b^* e C^* da cor da polpa, rendimento de polpa (Rend.P), pH e relação SS/AT. Entretanto, as variáveis °H da casca de fundo (HCf), L^* da polpa (Lp), percentual de casca, firmeza (Firm) e acidez titulável (AT), não explicam a variabilidade das mangas dentro dos três componentes principais apresentados (Tabela 8 e Figura 6).

Tabela 8. Autovetores de três componentes principais (CP1, CP2 e CP3) das características físicas e físico-químicas de frutos na maturidade comercial de 9 variedades de mangueiras ocorrentes no município de Areia-PB.

Características	Autovetores		
	CP1	CP2	CP3
LCf	0,220	0,201	-0,285
aCf	0,268	0,119	-0,206
bCf	0,154	0,244	-0,313
CCf	0,166	0,242	-0,316
HCf	0,070	-0,042	0,224
LCc	-0,132	0,309	0,053
aCc	0,290	-0,112	-0,140
bCc	-0,233	0,240	0,034
CCc	-0,169	0,245	-0,040
HCc	-0,284	0,164	0,103
Lp	0,197	0,052	0,216
ap	0,298	0,144	-0,043
bp	0,086	0,265	0,296
Cp	0,142	0,272	0,248
H	-0,300	-0,079	0,109
MF	0,214	-0,310	0,007
Perc.C	-0,052	0,127	-0,154
Rend.P	0,086	-0,048	0,351
Comp.	0,252	-0,181	0,046
Diam.	0,219	-0,277	0,000
Firm.	-0,199	-0,161	-0,144
pH	0,216	0,119	0,281
SS	0,029	0,305	-0,085
AT	-0,183	-0,085	-0,221
SS/AT	0,162	0,185	0,278
Autovalores	9,463	5,171	3,6909
VA (%)	37,85	58,54	73,3

LCf, aCf, bCf, CCf e HCf = parâmetros L^* , a^* , b^* , C^* e °H da cor de fundo (cor predominante) da casca, respectivamente; LCc, aCc, bCc, CCc, HCc = parâmetros L^* , a^* , b^* , C^* e °H da cor de cobertura (cor minoritária) da casca, respectivamente; Lp, ap, bp, Cp e Hp = parâmetros L^* , a^* , b^* , C^* e °H da coloração da polpa, respectivamente; MF=massa fresca; Perc. C = percentual de casca; Rend. P = rendimento de polpa; Comp.= comprimento; Diam=diâmetro; Firm=firmeza; SS=sólidos solúveis; AT=acidez titulável; SS/AT=relação SS/AT.

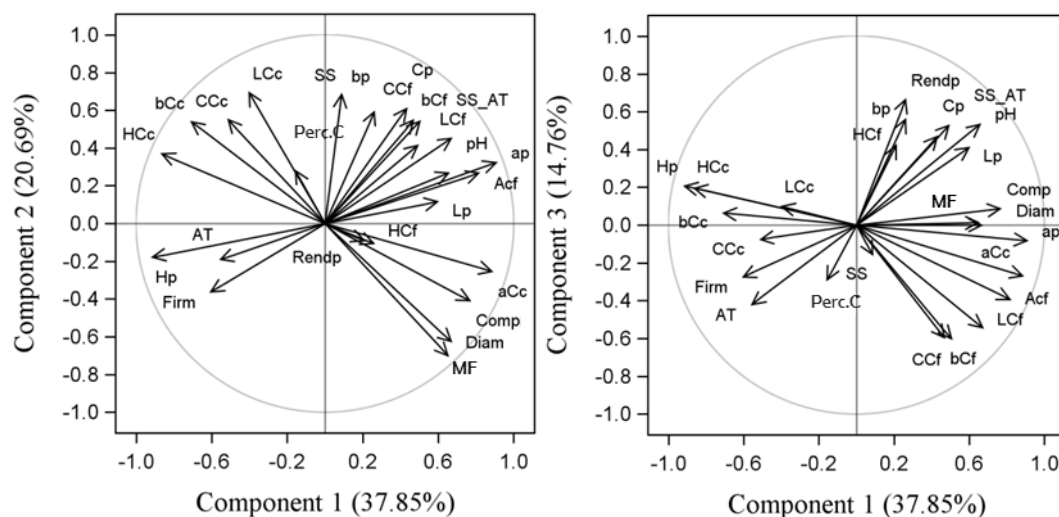


Figura 6. Círculo de Autovetores das propriedades físicas e físico-químicas de frutos na maturidade comercial de 9 variedades de mangueiras ocorrentes no município de Areia-PB, correlacionada com três componentes principais.

LCf, aCf, bCf, CCf e HCf = parâmetros L^* , a^* , b^* , C^* e $^{\circ}H$ da cor de fundo (cor predominante) da casca, respectivamente; LCc, aCc, bCc, CCc, HCc = parâmetros L^* , a^* , b^* , C^* e $^{\circ}H$ da cor de cobertura (cor minoritária) da casca, respectivamente; Lp, ap, bp, Cp e Hp = parâmetros L^* , a^* , b^* , C^* e $^{\circ}H$ da coloração da polpa, respectivamente; MF=massa fresca; Perc. C = percentual de casca; Rend. P = rendimento de polpa; Comp.= comprimento; Diam=diâmetro; Firm=firmeza; SS=sólidos solúveis; AT=acidez titulável; SS/AT=relação SS/AT.

A partir das semelhanças observadas nas características físicas e físico-químicas das variedades de manga avaliadas, a análise de cluster separou estas em três grupos (Figura 7). No grupo 1 foram agrupadas as variedades ‘Rosa’ e ‘Jasmim’ que se assemelharam por apresentarem maiores valores de L^* e de a^* da cor de fundo da casca, a^* da cor de polpa e pH, e menores valores no $^{\circ}H$ da cor de polpa. Portanto, as variedades de manga desse grupo possuem coloração de fundo da casca (cor predominante) fortemente avermelhada e brilhante e coloração de polpa de tonalidades mais escuras (alaranjada).

As variedades ‘Cunhão’, ‘Espada’, ‘Extrema’ e ‘Manguita’ (Grupo 2) foram agrupadas por apresentarem maiores L^* , b^* , C^* e $^{\circ}H$ da cor de cobertura da casca, e menores valores de a^* da cor de cobertura da casca e a^* da polpa, indicando assim que as variedades desse grupo se caracterizam por mangas de cor de cobertura da casca de tonalidade amarelada, intensa e brilhante, e cor de polpa amarelada.

No grupo 3, as variedades ‘Maranhão’, ‘Alphonso’ e ‘Tommy Atkins’, se caracterizaram por apresentarem maiores valores de comprimento, diâmetro e massa fresca, coloração da casca de cobertura fortemente avermelhada (indicada pelos maiores valores de a^* e menores valores de b^*) e menores teores de sólidos solúveis.

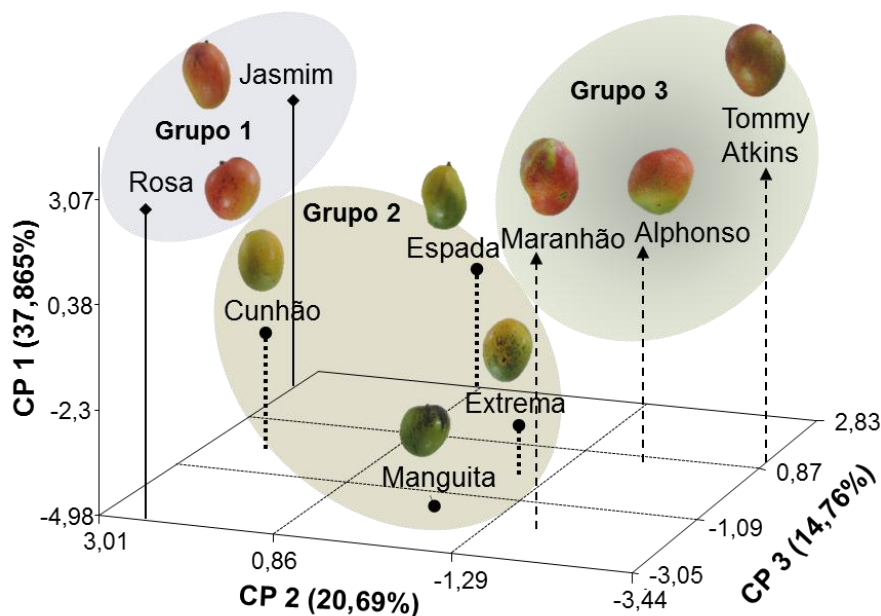


Figura 7. Dispersão gráfica de 9 variedades de mangas na maturidade comercial, ocorrentes no município de Areia-PB, com base nos scores de três componentes principais (CP 1, CP 2 e CP 3), obtidos pela ACP das características físicas e físico-químicas.

ACP=análise de componentes principais

5.2. Compostos bioativos e atividade antioxidante

Os teores de ácido ascórbico (AA - $\text{mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$) da polpa e da casca diferiram entre as variedades de mangas avaliadas (Figura 8). Na polpa a ‘Extrema’ e a ‘Jasmim’ apresentaram os maiores conteúdos de ácido ascórbico com médias de $59,69$ e $55,14 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$, respectivamente, seguidas da ‘Cunhão’ ($50,13 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$) e ‘Rosa’ ($45,15 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$) que não diferiram entre-si. As mangas ‘Maranhão’ e ‘Tommy Atkins’ foram as com menores conteúdos de AA com médias de $6,56$ e $7,28 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$, respectivamente.

Sellamathu et al. (2013), reportaram valores de ácido ascórbico de manga ‘Rosa’ inferiores aos observados nesse experimento para a mesma variedade, com média de $30 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$. Melo & Araújo (2011) também relataram para manga ‘Rosa’ ácido ascórbico inferior aos deste experimento com média de $28,70 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$. No entanto, os mesmo autores relataram maiores valores de AA para a ‘Espada’, com $38,21 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ e para a ‘Tommy Atkins’, com $20,85 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$. Silva et al. (2009), reportaram valores de ácido ascórbico que se assemelham aos deste trabalho, com $49,2 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ para a ‘Extrema’ e $53,7 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ para a ‘Ubá’. As divergências nos conteúdos de ácido ascórbico podem ser associadas às diferenças nos estádios de maturação dos frutos, nas condições de cultivo, clima e no tipo de

solo da região (FARAONI et al., 2009). Outros fatores, como diferenças no preparo da amostra e os métodos utilizados para quantificação podem interferir na variação dos resultados citados na literatura (RIBEIRO & SHIELBER, 2010).

A casca da manga ‘Extrema’ novamente se destacou apresentando os maiores teores de ácido ascórbico, com média de $31,94 \text{ mg.100g}^{-1}$, seguida pela manga ‘Cunhão’ com média de $20,64 \text{ mg.100g}^{-1}$. As mangas ‘Maranhão’, ‘Cunhão’, ‘Espada’, ‘Jasmim’, ‘Rosa’ e ‘Tommy Atkins’ apresentaram os menores teores variando de 2,30 a $4,86 \text{ mg.100g}^{-1}$. Ajila et al. (2007b), observaram ácido ascórbico na casca de manga ‘Raspuri’ próximos aos encontrados neste trabalho para a manga ‘Extrema’, com valores de $34,9 \text{ mg.100g}^{-1}$. Chongchatuporn et al. (2013), relataram valores de ácido ascórbico variando de 10 a 25 mg.100g^{-1} para as cultivares ‘Nam Dok Mai’ e ‘Choke Anan’ durante o armazenamento refrigerado. O ácido ascórbico é tomado frequentemente como indicador de fruta fresca (ROBLES SANCHEZ et al., 2009a), sendo também considerado o mais importante antioxidante hidrossolúvel para o ser humano (OLIVEIRA et al., 2011).

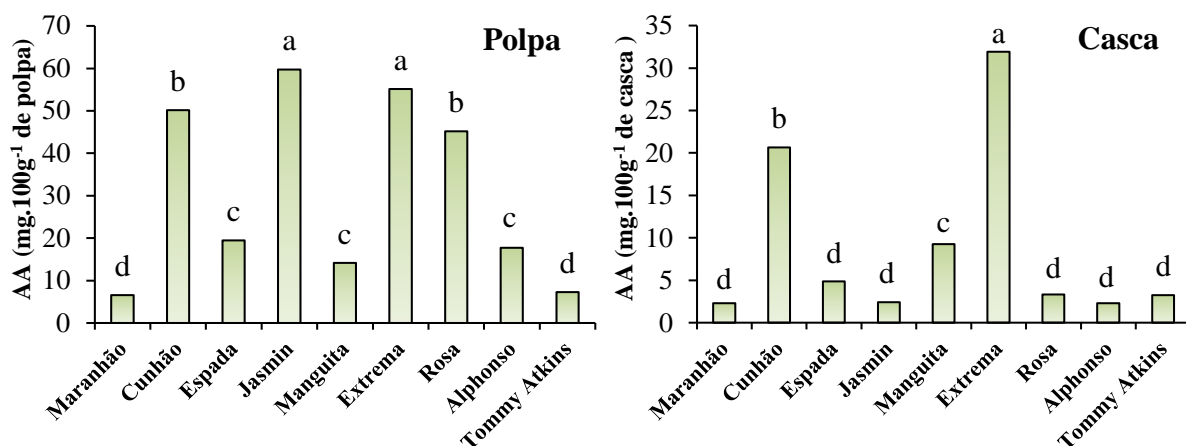


Figura 8. Conteúdo de Ácido Ascórbico (AA - mg.100g^{-1}) da polpa e da casca de frutos na maturidade comercial de 9 variedades de mangueiras ocorrentes no município de Areia-PB. Colunas que apresentam a mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Scott-knott, a 5 % de probabilidade.

O conteúdo de Carotenóides totais (Carot. mg.100g^{-1}) da polpa e da casca diferiram entre as variedades de manga avaliadas (Figura 9). A manga ‘Rosa’ apresentou grande destaque no teor de carotenóides totais da polpa com teores superiores a 4 mg.100g^{-1} . Esses teores são quase o dobro dos registrados para a variedade ‘Tommy Atkins’, que apresentou os segundos maiores valores com $2,24 \text{ mg.100g}^{-1}$. Os menores valores de Carotenóides foram registrados para as variedades ‘Manguita’ com $0,68 \text{ mg.100g}^{-1}$ e ‘Extrema’ com $0,90$

mg.100g⁻¹ . Estes resultados estão de acordo com observados por Ribeiro et al. (2015), avaliando os compostos bioativos de frutos de 22 acessos de mangueiras conservadas em banco ativo de germoplasma. Melo & Araújo, (2011), reportaram valores de carotenoides totais de 4,8 mg.100g⁻¹ para manga ‘Rosa’ e 2,8 mg.100g⁻¹ para a ‘Tommy Atkins’, próximos aos observados neste trabalho para essas variedades. Faraoni et al. (2009), também relatam valores de carotenóides totais que se assemelham aos encontrados nesse experimento para manga ‘Rosa’, com 4,40 mg.100g⁻¹ para a manga ‘Ubá’.

Os Carotenóides são compostos que possuem atividade pró vitamina A e estão relacionados com uma série de ações em sistemas biológicos, atuando inclusive, como antioxidantes, prevenindo a formação de tumores cancerígenos e reduzindo doenças cardiovasculares (NORATTO et al., 2010; RIBEIRO & SHIELBER, 2010. Além disso, o conteúdo de carotenóides é diretamente proporcional a coloração do suco da polpa (SILVA et al., 2009), característica que é muito utilizada na agroindústria para a seleção de matéria prima.

Com relação aos carotenóides totais da casca, as mangas ‘Jasmim’ e ‘Rosa’ apresentaram os maiores valores, com médias de 5,52 e 5,05 mg.100g⁻¹, respectivamente. Por outro lado, a manga ‘Alphonso’ apresentou os menores valores de carotenóides com 1,48 mg.100g⁻¹. Ajila et al. (2007a), reportaram carotenóides de 19,4 mg.100g⁻¹ em casca de manga ‘Badami’, superiores aos encontrados neste experimento. Mostafa (2013), também observou valores superiores aos encontrados neste trabalho, com média de 11,9 mg.100g⁻¹, para cascas de mangas liofilizadas. Por outro lado, Sogi et al. (2013), observaram teores inferiores aos encontrados neste trabalho para as cascas de manga ‘Tommy Atkins’ secas a vácuo, com média de 2,70 mg.100g⁻¹. Segundo Rodriguez-Amaya et al. (2015), as diferenças nos teores de carotenóides podem ser decorrentes de fatores como cultivar, maturação na colheita, clima, área geográfica de produção, estação de colheita, parte da planta utilizada, condições durante a produção agrícola, manejo pós-colheita, e condições de armazenamento.

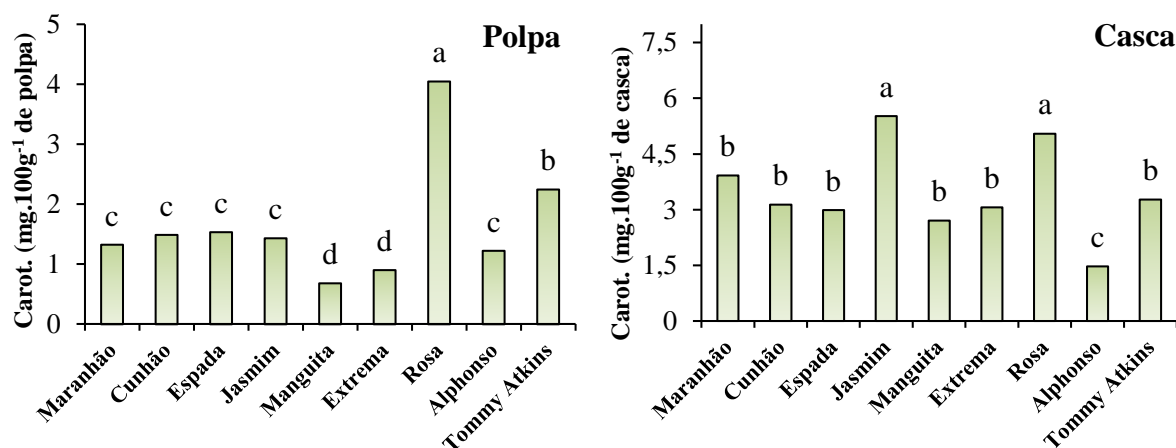


Figura 9. Carotenóides totais (Carot. mg.100g⁻¹) da polpa e da casca de frutos na maturidade comercial de 9 variedades de mangueiras ocorrentes no município de Areia-PB.

*Colunas que apresentam a mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Scott-knott, a 5 % de probabilidade

Os flavonoides amarelos da polpa e da casca diferiram entre as variedades de manga avaliadas e foram mais de 20 vezes superiores na casca que na polpa (Figura 10). A polpa das mangas ‘Rosa’ e ‘Espada’ apresentaram os maiores teores com 1,36 e 1,41 mg.100g⁻¹, respectivamente. Por outro lado, as mangas ‘Maranhão’, ‘Jasmim’, ‘Manguita’, ‘Extrema’, ‘Alphonso’ e ‘Tommy Atkins’, apresentaram os menores valores de flavonoides amarelos, variando de 0,43 a 0,95 mg.100g⁻¹. Santos et al. (2010), observaram valores de flavonoides amarelos de 1,44 mg.100g⁻¹ na polpa da manga ‘Tommy Atkins’, superior aos valores encontrados neste trabalho para a mesma variedade. Entretanto, inferior aos observados para as mangas regionais ‘Rosa’ e ‘Espada’.

A casca da variedade ‘Tommy Atkins’ apresentou os maiores teores de flavonóides amarelos com média de 42,64 mg.100g⁻¹, seguido pela manga ‘Extrema’ com média de 35, 47 mg.100g⁻¹. Os menores valores deste atributo foram registrados para as variedades ‘Espada’, ‘Manguita’ e ‘Alphonso’, com 10,77, 15,20 e 14,20 mg.100g⁻¹, respectivamente. Silva et al. (2014), reportam flavonoides amarelos de 26,47 mg.100g⁻¹ para subprodutos da manga, inferiores aos valores encontrados neste experimento para as mangas ‘Espada’ e ‘Tommy Atkins’.

Os flavonoides são substâncias muito importantes do ponto de vista farmacológico, pois funcionam como, antienvhecimento, anti-inflamatório, antidiabético, possuem propriedades vasodilatadoras, diminuem a atividade da lipoxigenase, possuem potencial de prevenir doenças degenerativas como o câncer, Alzheimer e Parkinson (ANDERSEN & JORDHEIM, 2010; SHOHAIB, 2011). Além disso, flavonoides isolados de manga possuem

atividade antibacteriana contra *A. lipoferum* e *Bacillus sp* (KANWAL et al., 2009), podendo serem futuramente utilizados em fabricação de bactericidas naturais.

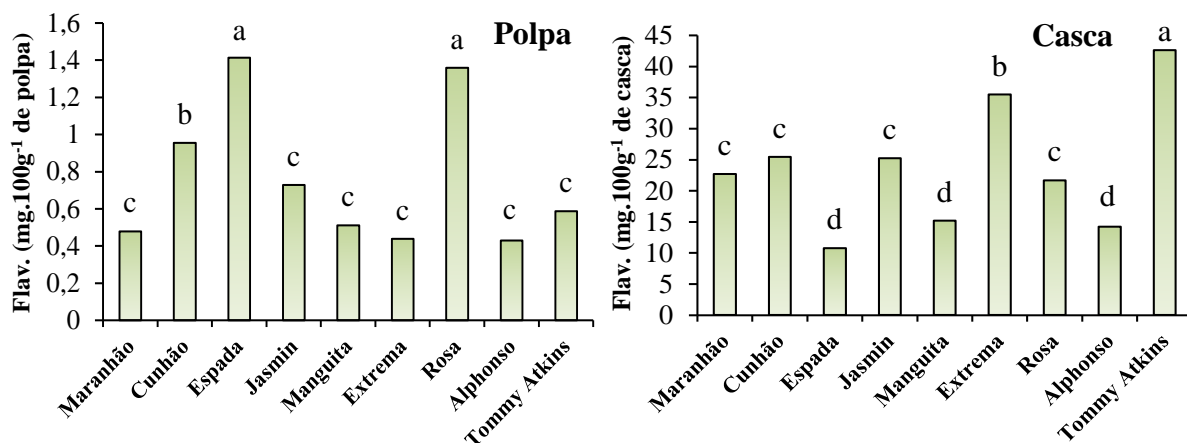


Figura 10. Flavonoides amarelos (Flav. mg.100g⁻¹) da polpa e da casca de frutos na maturidade comercial de 9 variedades de mangueiras ocorrentes no município de Areia-PB. Colunas que apresentam a mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Scott-knott, a 5 % de probabilidade.

Os teores de polifenóis extraíveis totais (PET - mg.100g⁻¹) da polpa e da casca diferiram entre as variedades de mangas avaliadas e foram muito superiores na casca em comparação com a polpa (Figura 11). As mangas ‘Cunhão’ e ‘Jasmin’ apresentaram os maiores valores de PET da polpa com médias de, 94,75 e 87,68 mg.100g⁻¹, respectivamente. A variedade ‘Tommy Atkins’ apresentou o menor valor deste parâmetro com média de 44,75 mg.100g⁻¹. Abbasi et al. (2015), na avaliação comparativa do conteúdo de fenólicos das variedades ‘Narcissus’, ‘Royal’, ‘Big Tainong’, ‘Australian’, ‘Thai’, ‘Small Tainong’ e ‘Egg’, observaram valores de PET de polpa próximos aos observados nesse trabalho, com valores variando de 45,78 a 97,47 mg.100g⁻¹. Sellamuthu et al. (2013), encontraram teores de PET inferiores aos deste trabalho, com valores de 55 a 60 mg/100g⁻¹ para a manga ‘Rosa’ e de 30 a 35 mg.100g⁻¹ para a manga ‘Tommy Atkins’. Liu et al. (2013), também observaram teores de PET inferiores aos desse trabalho, com médias de 38,43 mg.100g⁻¹, para a manga ‘Irwin’, de 22,27 mg.100g⁻¹, para a manga ‘JinHwang’ e de 32,06 mg.100g⁻¹ para a manga ‘Keitt’. Segundo esses autores, as diferenças nos teores de fenólicos podem ser atribuídos a grande variedade de compostos fenólicos individuais presentes nas variedades de manga.

A casca da manga ‘Extrema’ apresentou maiores teores de PET com média de 3326,82 mg.100g⁻¹, seguida pela manga ‘Cunhão’ com média de 1779,27 mg.100g⁻¹. A manga ‘Tommy Atkins’, por sua vez, foi a variedade com menor teor de PET na casca com média de

670 mg.100g⁻¹. Nixwell et al. (2013), avaliando as cascas de frutos das variedades ‘Saber’, ‘Peach’, ‘Keitt’, ‘Tommy Atkins’, ‘Vhavenda’ e ‘Sunshine’, relataram valores de Polifenóis Totais que estão de acordo com os observados nesse trabalho, com médias variando de 1700 a 2.000 mg.100g⁻¹. Dessa forma, de acordo com a classificação usada por Vasco et al. (2008), a casca da manga ‘Extrema’ possui alto teor de polifenóis (>2.500 mg.100g⁻¹) e as cascas das demais mangas possuem médio teor de polifenóis (500-2.500 mg.100g⁻¹).

Hoang et al. (2015a), relatam que pesquisas sobre os compostos bioativos e sobre a atividade antioxidante de variedades de manga trarão as informações que ajudarão na seleção de variedades com potencial para se tornarem ingredientes funcionais de alimentos. Resíduos da agroindústria da manga (casca e caroço), devido a sua grande riqueza nutricional e funcional, veem sendo testados como aditivos na alimentação de aves com resultados promissores, melhorando a qualidade do albúmen e a estabilidade lipídica de ovos de poedeiras (FREITAS et al., 2010). Ribeiro et al. (2008), relatam que a casca da manga Ubá (com teor de fenólicos totais de 5724 mg.100g⁻¹) poderia ser processada industrialmente para a recuperação de compostos fenólicos, ou poderiam ser usadas na formulação de alimentos para animais.

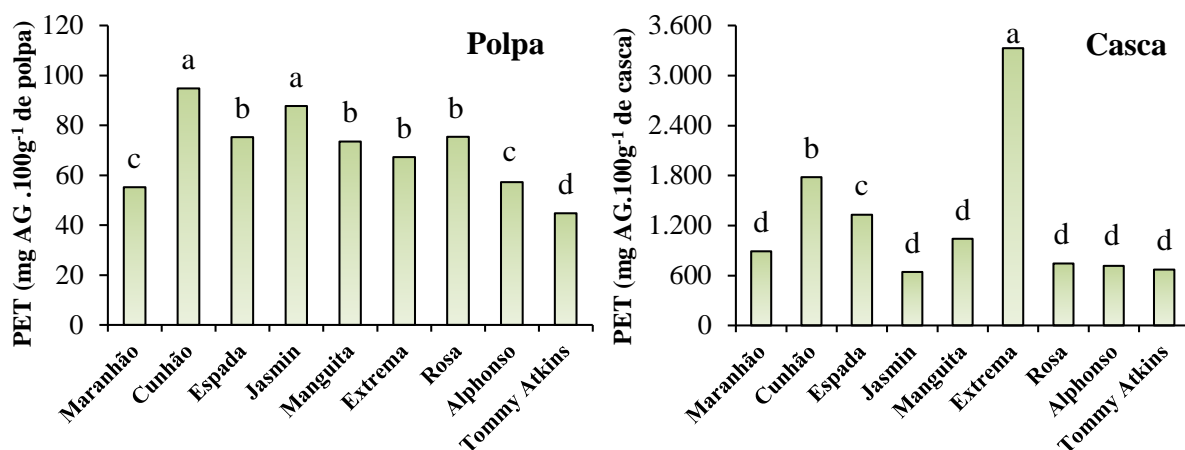


Figura 11. Polifenóis Extraíveis Totais (PET- mg.100g⁻¹) da polpa e da casca de frutos na maturidade comercial de 9 variedades de mangueiras ocorrentes no município de Areia-PB. Colunas que apresentam a mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Scott-knott, a 5 % de probabilidade.

A atividade antioxidante total medida pela captura do radical ABTS^{•+} (ABTS - μM de trolox. g⁻¹), também diferiu entre as variedades, tanto nos extratos da polpa como nos da casca (Figura 12). A capacidade de captura do radical ABTS^{•+} foi determinada a partir de uma curva

padrão Trolox. Logo, a atividade antioxidante dos extratos equivale a do Trolox, e quanto maior for o valor de $\mu\text{M de Trolox. g}^{-1}$ maior será a capacidade de sequestro do radical.

Os extratos das polpas das variedades ‘Jasmim’ e ‘Espada’ apresentaram as maiores capacidades de captura do radical ABTS^{++} , com valores médios de 10,58 e 9,42 $\mu\text{M de Trolox. g}^{-1}$, respectivamente. As menores habilidades de sequestro do radical ABTS^{++} por extratos fenólicos da polpa foram observadas para as mangas ‘Alphonso’ e ‘Tommy Atkins’, com médias de 4,01 e 2,03 $\mu\text{M de Trolox. g}^{-1}$, respectivamente.

Batista (2010), observou valores de atividade antioxidante, pelo método ABTS^{++} , inferiores aos relatados nesse trabalho para as mangas ‘Jasmim’ e ‘Espada’, com médias variando de 1 a 3 $\mu\text{M de Trolox. g}^{-1}$, para as cultivares ‘Van Dyke’, ‘Tommy Atkins’, ‘Haden’, ‘Kent’, ‘Palmer’, ‘Keitt’, ‘Espada’ e ‘Rosa’. FU et al. (2011), reportaram valores que são próximos aos observados neste experimento para a variedade ‘Alphonso’, com médias de 4,01 e 3,87 $\mu\text{M de Trolox. g}^{-1}$ para mangas comercializadas em supermercado da China e provenientes de dois centros de produção. Chen et al. (2014) também verificaram atividade antioxidante por ABTS que foram próximos aos deste trabalho para as mangas ‘Espada’ e ‘Jasmim’ com 9,42 $\mu\text{M de Trolox.g}^{-1}$ para mangas (Shuixian) comercializadas em supermercado na China.

Notadamente, os extratos fenólicos da casca da variedade ‘Extrema’ apresentaram grande destaque na capacidade de captura do radical ABTS^{++} com valor de 221,81 $\mu\text{M de Trolox. g}^{-1}$. Por outro lado, os extratos das cascas das variedades ‘Tommy Atkins’, ‘Alphonso’, ‘Rosa’ e ‘Jasmim’ apresentaram aproximadamente um quarto da atividade antioxidante verificada nos extratos da manga ‘Extrema’, com 53,36, 50,07, 63,17 e 50,60 $\mu\text{M de Trolox. g}^{-1}$, respectivamente. Os valores observados neste trabalho para a manga ‘Extrema’ são próximos aos relatados por Li et al. (2008), que quando estudando as propriedades antioxidantes de 45 plantas medicinais verificaram valores de até 265 $\mu\text{M de Trolox. g}^{-1}$.

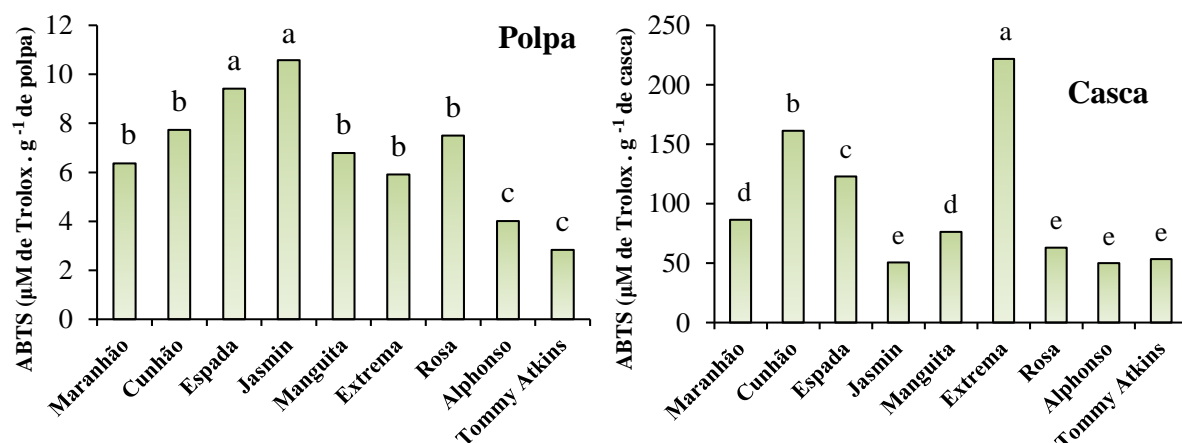


Figura 12. Atividade antioxidante total medida pela capacidade de captura do radical ABTS^{•+} (ABTS - μM de Trolox. g^{-1}) por extratos fenólicos da polpa e da casca de frutos na maturidade comercial de 9 variedades de mangueiras ocorrentes no município de Areia-PB. Colunas que apresentam a mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Scott-knott, a 5 % de probabilidade.

A atividade antioxidante total medida pela capacidade de captura do radical DPPH[•], por extratos fenólicos (EC_{50} - mg.mL^{-1}) da polpa e da casca também diferiram entre as variedades de mangas avaliadas (Figura 13). O ensaio DPPH é utilizado para medir o potencial de eliminação de extratos antioxidantes com base na sua capacidade como doador de hidrogénio e de transferência de elétrons (ZULKIFLI et al., 2012), portanto um valor inferior de mg.mL^{-1} corresponde a uma atividade antioxidante mais elevada. Nas polpas, os extratos fenólicos das variedades ‘Cunhão’, ‘Espada’, ‘Jasmim’ e ‘Manguita’ apresentaram os menores valores de mg.mL^{-1} , ou seja, apresentaram maior capacidade antioxidante, com médias de 7,97, 8,24, 7,26 e 8,64 mg.mL^{-1} , respectivamente. Por sua vez, os extratos fenólicos das polpas das mangas ‘Extrema’ e ‘Tommy Atkins’ apresentaram as menores atividades antioxidantes, com EC_{50} de 24,99 e 22,51 mg.mL^{-1} , respectivamente. De acordo com Kuskoski et al. (2005), as polpas de frutos tropicais congelados apresentam elevados valores de atividade antioxidante, tendo como destaque as polpas de manga e acerola. Entretanto, a eficiência antioxidante dos compostos bioativos dos vegetais depende de sua estrutura e da sua concentração no alimento, sendo que, a quantidade destas substâncias em vegetais é amplamente influenciada por fatores genéticos e condições ambientais, além do grau de maturação e variedade da planta (OLIVEIRA et al., 2009).

Com relação a casca, os extratos fenólicos das variedades ‘Cunhão’, ‘Espada’ e ‘Extrema’, apresentaram as maiores capacidades de sequestro do radical DPPH[•], com médias de 0,31, 0,31 e 0,26 mg.mL^{-1} , respectivamente. Por outro lado, a variedade ‘Jasmim’ obteve a

menor capacidade de captura do radical DPPH[•], com média de 2,5 mg.mL⁻¹. Zulkifli et al. (2012), estudando os compostos bioativos, os fenólicos totais e a atividade antioxidante de cascas de frutos selecionados, relataram valores de atividade antioxidante pelo radical DPPH[•] de 0,138 mg.mL⁻¹ para a manga ‘Chakonan’. Arbos et al. (2013), relataram EC₅₀ de 1,01 mg.mL⁻¹ para farinhas da casca da manga ‘Tommy Atkins’, próximos aos observados neste trabalho para a mesma variedade. Os subprodutos da indústria da manga como a casca e o caroço, se configuram como importantes fontes de compostos antioxidantes, de modo que se vem estudando formas de incorporação desses compostos nos próprios produtos industrializados e semindustrializados da manga, como na manga minimamente processada (VEGA-VEGA et al., 2013).

Os extratos fenólicos das cascas das variedades de mangas deste experimento apresentaram capacidade de sequestro dos radicais DPPH[•], e ABTS^{•+}, em média, 20 vezes superior aos da polpa. Portanto, as cascas destas mangas, em especial as da variedade ‘Extrema’, possuem grande potencial para uso em indústrias nutraceuticas, podendo futuramente fazer parte da dieta alimentar. Ajila et al. (2008), reportam que a casca de manga pode ser utilizada para a preparação de bolachas e outros produtos alimentares, melhorando assim, as propriedades funcionais e nutraceuticas desses alimentos. De acordo com Abbasi et al. (2015), a atividade antioxidante da casca de manga é devido às ações sinérgicas de compostos fenólicos e outros compostos bioativos presentes nela.

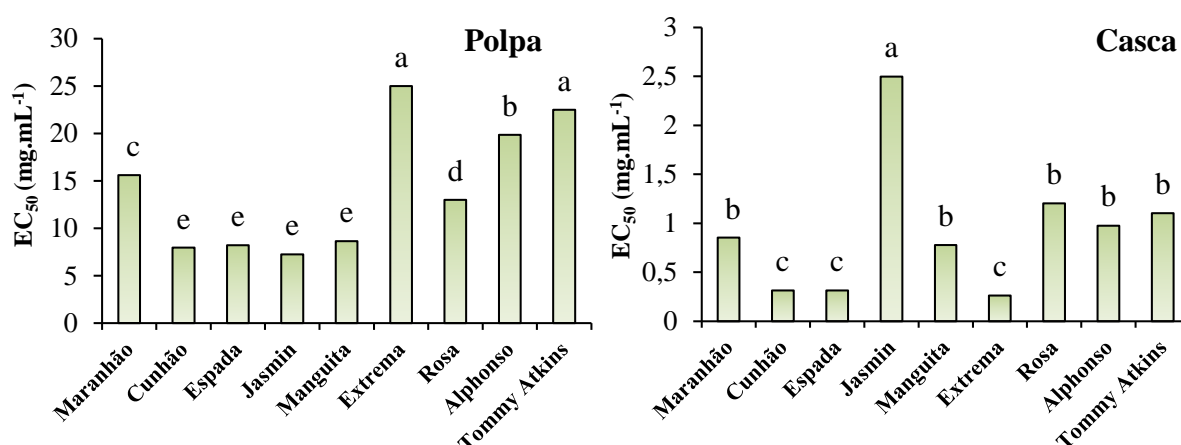


Figura 13. Atividade antioxidante total medida pela capacidade de captura do radical DPPH[•] (EC₅₀ mg.mL⁻¹) por extratos fenólicos da polpa e da casca de frutos na maturidade comercial de 9 variedades de mangueiras ocorrentes no município de Areia-PB.

Colunas que apresentam a mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Scott-knott, a 5 % de probabilidade.

A variabilidade existente nos frutos das 9 mangueiras ocorrentes no município de Areia-PB, quanto as variáveis relacionadas com os compostos bioativos e a atividade antioxidante, foi explicada, em 82,48 %, por três componentes principais CP1= 37,19%; CP2= 30,94% e CP3=16,35% (Tabela 9 e Figura 14).

No componente 1 (CP1) as variáveis que apresentaram maior importância para explicar a variabilidade entre os frutos das nove mangueiras foram o conteúdo de ácido ascórbico da casca (AAC), os carotenóides totais da casca (CarotC), os flavonoides da polpa (FlavP), os polifenóis extraíveis da casca (PETC) e as atividades antioxidantes pelas metodologias de ABTS (ABTSC e ABTSP) e DPPH (EC₅₀C e EC₅₀P) na polpa e na casca. No componente 2 (CP2) as características que melhor explicaram a variabilidade entre as variedades foram o teor de ácido ascórbico da polpa (AAP) e da casca (AAC), os polifenóis extraíveis totais da polpa (PETP) e da casca (PETC) e a atividade antioxidante por ABTS na polpa (ABTSP) e na casca (ABTSC). Para o CP3 as características que se destacaram foram os carotenóides da casca e os flavonoides da casca (FlavC). Neste contexto, a única variável que não apresentou relevância para explicar a variabilidade existente entre as variedades de manga avaliadas é o teor de carotenóides totais da polpa (CarotP), que apresentou baixos autovetores em todos os componentes (Tabela 9 e Figura 14).

Tabela 9. Autovetores de três componentes principais (CP1, CP2 e CP3) de características relacionadas com os compostos bioativos e com a atividade antioxidante de frutos na maturidade comercial de 9 variedades de mangueiras ocorrentes no município de Areia-PB.

Características	Autovetores		
	CP1	CP2	CP3
AAP	0,051	0,418	0,320
AAC	-0,354	0,341	0,088
CarotP	0,235	-0,048	0,356
CarotC	0,314	0,148	0,439
FlavP	0,271	0,214	-0,063
FlavC	-0,204	-0,044	0,585
PETP	0,192	0,445	-0,096
PETC	-0,365	0,328	0,060
ABTSP	0,296	0,369	-0,108
ABTSC	-0,329	0,366	-0,012
EC ₅₀ P	-0,352	-0,225	0,310
EC ₅₀ C	0,334	-0,111	0,321
Autovalores	4,223	3,713	1,962
VA (%)	35,19	66,13	82,48

AA P e AA C= ácido ascórbico da polpa e da casca, respectivamente; Carot. P e Carot. C = carotenóides totais de polpa e de casca, respectivamente; Flav. P e Flav. C = flavanóides amarelos da polpa e da casca, respectivamente; PET P e PET C = polifenóis extraíveis totais da polpa e da casca, respectivamente. ABTS P e ABTS C = atividade antioxidante total medida pela captura do radical ABTS^{•+}, por extratos fenólicos da polpa e da casca, respectivamente; EC₅₀ P e EC₅₀ C = atividade antioxidante total medida pela captura do radical DPPH[•] por extratos fenólicos da polpa e da casca, respectivamente.

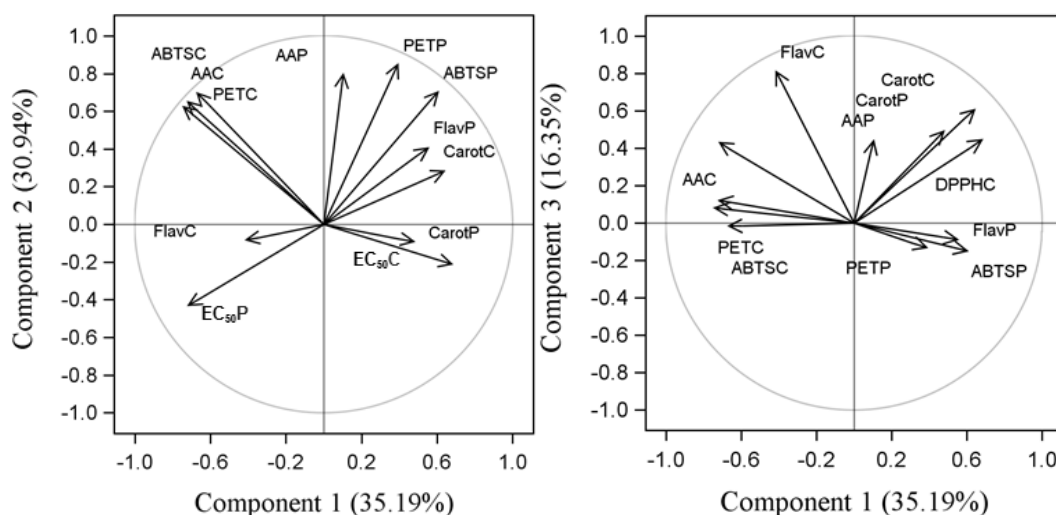


Figura 14. Círculo de Autovetores das características antioxidantes de 9 variedades de mangas na maturidade comercial, ocorrentes no município de Areia-PB, correlacionada com três componentes principais.

AA P e AA C= ácido ascórbico da polpa e da casca, respectivamente; Carot. P e Carot. C = carotenóides totais de polpa e de casca, respectivamente; Flav. P e Flav. C = flavanóides amarelos da polpa e da casca,

respectivamente; PET P e PET C = polifenóis extraíveis totais da polpa e da casca, respectivamente. ABTS P e ABTS C = atividade antioxidante total medida pela captura do radical ABTS^{•+}, por extratos fenólicos da polpa e da casca, respectivamente; EC₅₀ P e EC₅₀ C = atividade antioxidante total medida pela captura do radical DPPH[•] por extratos fenólicos da polpa e da casca, respectivamente.

A partir das semelhanças observadas entre as variedades de mangas, para as características relacionadas com os compostos bioativos e atividade antioxidante, a análise de cluster separou as em três grupos (Figura 15). A manga ‘Extrema’ (Grupo 1) foi separada das demais variedades por apresentar maiores valores de ácido ascórbico (AAC), de polifenóis extraíveis totais (PETC) e maior capacidade antioxidante por ABTS (ABTSC) e DPPH (EC₅₀C) na casca.

No grupo 2 as variedades ‘Cunhão’, ‘Espada’, ‘Jasmim’, ‘Manguita’ e ‘Rosa’ se agruparam por apresentarem na polpa maiores teores de polifenóis extraíveis totais e maior capacidade antioxidante por ABTS (ABTSP) e DPPH (EC₅₀P). No grupo 3 as variedades ‘Maranhão’, ‘Tommy Atkins’ e ‘Alphonso’ se caracterizaram por possuírem menores valores de polifenóis extraíveis totais (PETP) e menor capacidade de sequestro do radical ABTS^{•+} (ABTSP) na polpa. Além disso, as variedades ‘Maranhão’ e ‘Tommy Atkins’ apresentaram os menores valores de ácido ascórbico da polpa e ‘Maranhão’ e ‘Alphonso’ os menores valores de ácido ascórbico da casca.

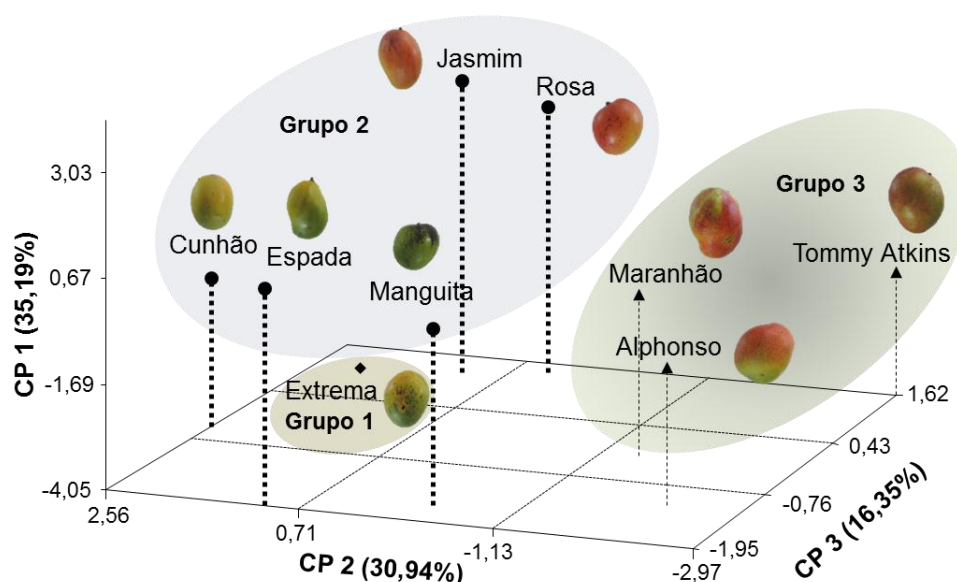


Figura 15. Dispersão gráfica de 9 variedades de mangas na maturidade comercial, ocorrentes no município de Areia-PB, com base nos scores de três componentes principais (CP 1, CP 2 e CP 3), obtidos pela ACP de características relacionadas com os compostos bioativos e com a atividade antioxidante.

ACP=análise de componentes principais

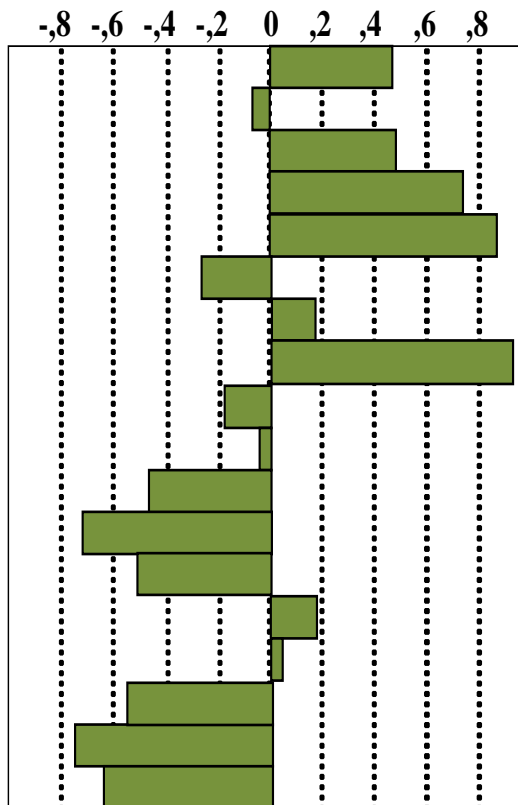
A correlação simples entre as atividades antioxidantes (ABTS e EC₅₀) e os compostos bioativos (ácido ascórbico, carotenóides, flavonoides amarelos e polifenóis extraíveis totais), da polpa e da casca das variedades de mangas analisadas são apresentadas na Tabela 10. Observa-se, que independentemente do método de determinação da atividade antioxidante (ABTS ou EC₅₀), e da porção do fruto analisada (Casca ou Polpa), os PET foram os principais responsáveis pela atividade antioxidante nas variedades de manga analisadas, apresentando sempre as maiores correlações dentro dos seus grupos (ABTS P = 0,7537^{*}; ABTS C = 0,935^{*}, EC₅₀ P = - 0,7346^{*} e EC₅₀ C = -0,5735^{*}). Ma et al. (2011); Oliveira et al. (2011); Dorta et al. (2012); Dorta et al. (2013); Nixwell et al. (2013); Ongphimai et al. (2013); Abbasi et al. (2015), também reportam que os polifenóis totais são os principais contribuintes para a capacidade antioxidante total em mangas.

Seguindo os polifenóis extraíveis totais, o ácido ascórbico foi o composto bioativo que mais contribui com a atividade antioxidante das variedades de mangas estudadas, correlacionado significativamente, com a atividade antioxidante da polpa pelo método ABTS (0,4753^{*}), e com a atividade antioxidante da casca pelos métodos ABTS (0,886^{*}) e EC₅₀ (-0,5300^{*}). Os carotenóides totais não apresentaram correlação significativa para nenhum dos fatores avaliados. Por sua vez, os flavonoides amarelos contribuíram significativamente com a atividade antioxidante da polpa pelos dois métodos avaliados (ABTS = 0,4942^{*} e EC₅₀ = -0,486^{**}). Entretanto, não apresentaram correlação significativa com os teores de antioxidantes da casca. Em contraste, Batista (2010), observou correlação significativa entre todos os compostos bioativos analisados (polifenóis extraíveis totais, carotenóides totais, flavanóides e antocianinas) e a atividade antioxidante total. De acordo com Silva et al. (2010), a relação entre o conteúdo de compostos bioativos e a atividade antioxidante em alimentos ainda não está totalmente esclarecida. Para Kim et al. (2010) e Liu et al., (2013), a atividade antioxidante de manga podem ser decorrente de ações sinérgicas e complicadas de compostos bioativos, portanto seria difícil definir a contribuição individual desses compostos bioativos com a atividade antioxidante.

Os métodos de determinação da atividade antioxidante, DPPH (EC₅₀) e ABTS, apresentaram correlações significativas na polpa (EC₅₀P, -0,7760) e na casca (EC₅₀P, -0,6579). Ma et al. (2011) também verificaram correlação significativa entre os métodos de ABTS e DPPH com correlação de 0,85.

Tabela 10. Correlação simples entre os compostos bioativos e as atividades antioxidantes da polpa e da casca de frutos na maturidade comercial de 9 variedades de mangueiras ocorrentes no município de Areia-PB.

Variable	By Variable	Correlation	Signif Prob	
ABTSP	AA P	0,4753	0,0122*	
ABTSP	Car P	-0,0752	0,7094	
ABTSP	Flav P	0,4877	0,0099*	
ABTSP	PET P	0,7537	<,0001*	
ABTSC	AA C	0,886	<,0001*	
ABTSC	Car C	-0,2842	0,1509	
ABTSC	Flav C	0,1778	0,3749	
ABTSC	PET C	0,935	<,0001*	
EC ₅₀ P	AA P	-0,1899	0,3427	
EC ₅₀ P	Car P	-0,0577	0,7751	
EC ₅₀ P	Flav P	-0,4805	0,0112*	
EC ₅₀ P	PET P	-0,7346	<,0001*	
EC ₅₀ C	AA C	-0,53	0,0045*	
EC ₅₀ C	Car C	0,1825	0,3402	
EC ₅₀ C	Flav C	0,057	0,7776	
EC ₅₀ C	PET C	-0,5735	0,0018*	
EC ₅₀ P	ABTSP	-0,7707	<,0001*	
EC ₅₀ C	ABTSC	-0,6539	0,0002*	



ABTS P e ABTS C = atividade antioxidante total medida pela captura do radical ABTS^{•+}, por extratos fenólicos da polpa e da casca, respectivamente; EC₅₀ P e EC₅₀ C = atividade antioxidante total medida pela captura do radical DPPH[•] por extratos fenólicos da polpa e da casca, respectivamente; AA P e AA C = ácido ascórbico da polpa e da casca, respectivamente; Carot. P e Carot. C = carotenóides totais de polpa e de casca, respectivamente; Flav. P e Flav. C = flavanóides amarelos da polpa e da casca, respectivamente; PET P e PET C = polifenóis extraíveis totais da polpa e da casca, respectivamente.

5.3. Perfil de Compostos Fenólicos (Ácidos fenólicos e Flavonoides)

A abundância relativa dos compostos fenólicos da polpa dos frutos de 9 variedades de mangueiras ocorrentes no município de Areia-PB é apresentada na Tabela 11 e os cromatogramas dos compostos detectados na Figura 16. Os flavonoides miricetina e quercetina e o ácido salicílico foram os compostos fenólicos mais representativos para as polpas das variedades de mangas, respondendo, os quatro juntos, por 60,08 % de todos os fenólicos identificados, sendo, portanto os compostos majoritários das polpas das variedades de manga estudadas. Liu et al. (2013), estudando quatro cultivares de mangas (‘Tainong’, ‘Irwin’, ‘JinHwang’ e ‘Keitt’) na China, reportaram a quercetina como um dos compostos fenólicos majoritários da polpa dessas cultivares. Robles-Sánchez et al. (2009b), também reportaram a quercetina, como um dos compostos majoritários da manga ‘Kent’ minimamente

processada. Fu et al (2011) ao avaliarem os compostos fenólicos da polpa de 62 frutos, incluindo a manga, observaram que quercetina, ácido gálico, canferol, luteína, ácido clorogênico e ácido cafeico são amplamente encontrados nesses frutos.

Os fenólicos são reconhecidos como importantes agentes anti-inflamatórios e protetores contra doenças crônicas e cânceres, bem como, por apresentar diversas aplicações na indústria (ACOSTA-ESTRADA et al., 2014). A manga ‘Cunhão’ apresentou a maior diversidade de ácidos fenólicos identificados na polpa (ac p-cumárico, ac salicílico, ac sinápico, ac siríngico, ac 4-hidroxibenzóico e ac 2,5 dihidroxibenzoico) e também o maior conteúdo total de ácidos fenólicos com valor de 10,84 mg.100g⁻¹, sendo o ácido salicílico o grande destaque com teor de 8,36 mg.100g⁻¹. Por sua vez, a manga ‘Tommy Atkins’ apresentou o menor conteúdo de ácidos fenólicos com 2,78 mg.100g⁻¹. O ácido salicílico é um composto amplamente distribuído nas plantas, sendo considerado um hormônio vegetal, desempenhando papel na regulação de uma grande variedade de processos fisiológicos, incluindo a resposta imune das plantas aos estresses abióticos e bióticos (LUO et al., 2011). Além de sua importância sinalizadora, o ácido salicílico é relatado como um eficiente agente no tratamento de doenças cardiovasculares, tais como doenças isquêmicas do coração e acidente vascular cerebral (LAPENNA et al., 2009), e como um importante foto-antioxidante que pode proteger a lisozima da foto-oxidação (LI et al., 2011).

Os flavonoides são um grupo de compostos fenólicos que apresentam atividade antioxidante e que tem sido constantemente associado com a diminuição do risco de doenças crônicas (CROZIER et al., 2010). A manga ‘Maranhão’ apresentou o maior número de flavonoides identificados (mangiferina, catequina, hesperina, canferol, miricetina, quercetina, crisina e rutina). Entretanto, novamente a variedade ‘Cunhão’ apresentou o maior total de flavonoides, com teor de 14,56 mg.100g⁻¹, sendo a miricetina o flavonoide de maior representatividade para essa variedade, com 7,72 mg.100g⁻¹. A miricetina é reportada como um importante agente terapêutico que pode ser utilizado para restaurar o equilíbrio de ferro em pacientes com anemia (MU et al., 2016) e como agente quimiopreventivo no tratamento de diferentes tipos de câncer, atuando principalmente na inibição do crescimento de células cancerosas impedindo a sua entrada na fase G2 (DEVI et al., 2015).

Na figura 17 pode-se observar o agrupamento hierárquico e um mapa de coloração das variedades de mangas, formando três grupos, e a contribuição dos compostos fenólicos da polpa para a formação destes. Verificou-se que a manga ‘Rosa’ se diferenciou de todas as demais variedades por apresentar os maiores valores de ácido protocatecuico, ácido sinápico e

mangiferina, e também por ser a única variedade na qual foi possível detectar o ácido ferúlico. O ácido protocatecuico quando fornecido a ratos proporciona diminuição dos níveis de triglicerídeos e funciona como anticoagulante, antioxidante e anti-inflamatório, bem como, melhora o controle glicêmico e restaura a atividade de catalase e GPX no coração e nos rins de ratos (LIN et al., 2009). Contudo, o suplemento da alimentação com o ácido protocatecuico ou o consumo de alimentos ricos neste composto podem ser usados em terapias para a prevenção e amenização dos danos provocados pela diabetes. O ácido sinápico apresenta importante atividade neuroprotetora que está relacionada com as suas propriedades anti-inflamatórias e antioxidantes (LEE et al., 2012), apresentando ainda importante função cardioprotetora em corações de ratos submetidos a lesão de isquemia-reperfusão (SILAMBARASAN et al., 2015).

A mangiferina é um flavonoide da classe dos xantona, e que apresenta numerosos efeitos terapêuticos, sendo amplamente utilizada como ingrediente de remédios naturais em muitas partes do mundo, tendo a raspa do caule das mangueiras como principal matéria-prima para a extração (PARDO-ANDREU et al., 2008). Os níveis de mangiferina encontrados neste trabalho são próximos aos observados por Lu et al. (2012), com teores variando de 0,2 a 1,2 mg.100g⁻¹, para as variedades 'ZHM', 'GR-265', 'XH-2' e 'LPM' e aos relatados por Manthey & Perkins-Veazie (2009), com valores de 0,38 mg.100⁻¹ para a manga 'Kent', de 0,28 mg.100⁻¹ para a manga 'Keitt' e de 2,8 mg.100g⁻¹ para a manga 'Haden' (Tabela 11). O ácido ferúlico é reportado como um importante agente pro-oxidante, que apresenta grande potencial para usos em futuras terapias anticâncer (SAWAR et al., 2012; FAHRIÖĞLU et al., 2016). Bouzaiane et al. (2015), relatam que os ácidos cafeico, ferúlico e cumárico são agentes antioxidantes potencialmente úteis para o tratamento de câncer de pulmão e adenocarcinoma do cólon, apresentando potencial para serem usados no desenvolvimento de medicamentos terapêuticos destas doenças.

As variedades 'Manguita' e 'Cunhão' se assemelharam por apresentarem maiores valores de ácido p-cumárico, ácido 2,5 dihidroxibenzoico e baixos teores de ácido sinápico. As mangas 'Alphonso', 'Jasmim', 'Extrema', 'Tommy Atkins', 'Maranhão' e 'Espada' se agruparam por apresentar menores teores de ácido 2,5-dihidroxibenzoico, ácido protocatecuico e quercetina, e também pela não detecção do ácido sinápico.

O ácido p-cumárico oferece efeito protetor contra apoptose induzida em ratos, diminuindo assim os enfartos no miocárdio, sendo os seus efeitos relacionados com a inibição da peroxidação lipídica e com propriedades anti-apoptóticas (PRINCE & ROY, 2013). O

ácido p-cumárico também apresenta potencial para prevenir ou melhorar a resistência a diabetes do tipo 2, agindo pela modulação do metabolismo da glicose e dos lipídeos (YOON et al. (2013). O ácido 2,5 dihidroxibenzoico, quando aplicado em diferentes animais apresenta atividade neuroprotetora contra o mal de Parkinson, isto devido principalmente a sua capacidade de inibição da peroxidação lipídica e sua elevada capacidade antioxidante (KABRA et al., 2014). A quercetina é um flavonoide pertencente à classe dos flavonóis e apresenta função neuroprotetora que pode ser usada em terapias de doenças neurodegenerativas, no qual a disfunção mitocondrial é um importante fator causal (KARUPPAGOUNDER et al., 2013). A quercetina também tem demonstrado ser um importante agente no tratamento da obesidade, atuando na inibição da acumulação de lipídeos de peixes e ratos (SEO et al., 2015).

Tabela 11. Abundância relativa de compostos fenólicos da polpa (mg.100g⁻¹ MF) de frutos na maturidade comercial de 9 variedades de mangueiras (‘Maranhão’, ‘Cunhão’, ‘Espada’, ‘Jasmim’, ‘Manguita’, ‘Extrema’, ‘Rosa’, ‘Alphonso’ e ‘Tommy Atkins’) ocorrentes no município de Areia-PB.

Nº do Pico	Grupos Fenólicos	Maranhão	Cunhão	Espada	Jasmim	Manguita	Extrema	Rosa	Alphonso	Tommy Atkins
Ácidos Fenólicos										
3	<i>Ac 2,5 dihidroxibenzoico</i>	0,396	1,081	0,533	nd	4,071	0,309	nd	0,692	0,18
1	<i>Ac protocatecuico</i>	1,367	nd	0,615	2,097	2,648	1,413	5,607	0,972	0,70
10	<i>Ac Elágico</i>	0,084	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
9	<i>Ac Ferúlico</i>	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,651	nd	nd
7	<i>Ac p-cumárico</i>	nd	0,159	nd	nd	0,167	0,120	nd	nd	nd
13	<i>Ac Salicílico</i>	1,922	8,355	6,064	nd	nd	4,663	0,595	0,139	1,52
8	<i>Ac Sinápico</i>	nd	0,199	nd	nd	0,123	nd	0,371	nd	nd
6	<i>Ac Siríngico</i>	nd	0,077	nd	0,269	nd	nd	nd	0,934	0,38
4	<i>Ac 4-hidroxibenzóico</i>	0,294	0,966	0,156	1,341	0,136	0,329	1,316	0,394	nd
Total de Ácidos Fenólicos		4,06	10,84	7,37	7,71	7,15	6,83	8,54	3,13	2,78
Flavonoides										
5	<i>Mangiferina</i>	0,201	0,509	nd	0,185	0,733	1,579	2,012	0,416	0,45
2	<i>Catequina</i>	0,082	1,211	0,210	0,607	1,730	nd	0,223	0,249	nd
15	<i>Hespertina</i>	0,117	nd	nd	nd	0,132	nd	nd	0,327	nd
16	<i>Canferol</i>	0,100	0,080	0,159	0,825	0,541	0,149	nd	0,701	1,44
12	<i>Miricetina</i>	1,061	7,719	1,691	0,317	nd	6,418	0,835	0,306	2,77
14	<i>Quercetina</i>	2,449	4,517	3,015	2,837	3,850	2,372	3,971	2,873	0,15
17	<i>Crisina</i>	0,236	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,194	nd
11	<i>Rutina</i>	0,091	0,129	nd	nd	nd	Nd	nd	nd	nd
Total de Flavonoides		4,34	14,16	5,07	4,77	6,98	10,52	7,04	5,07	4,81

nd=não detectado

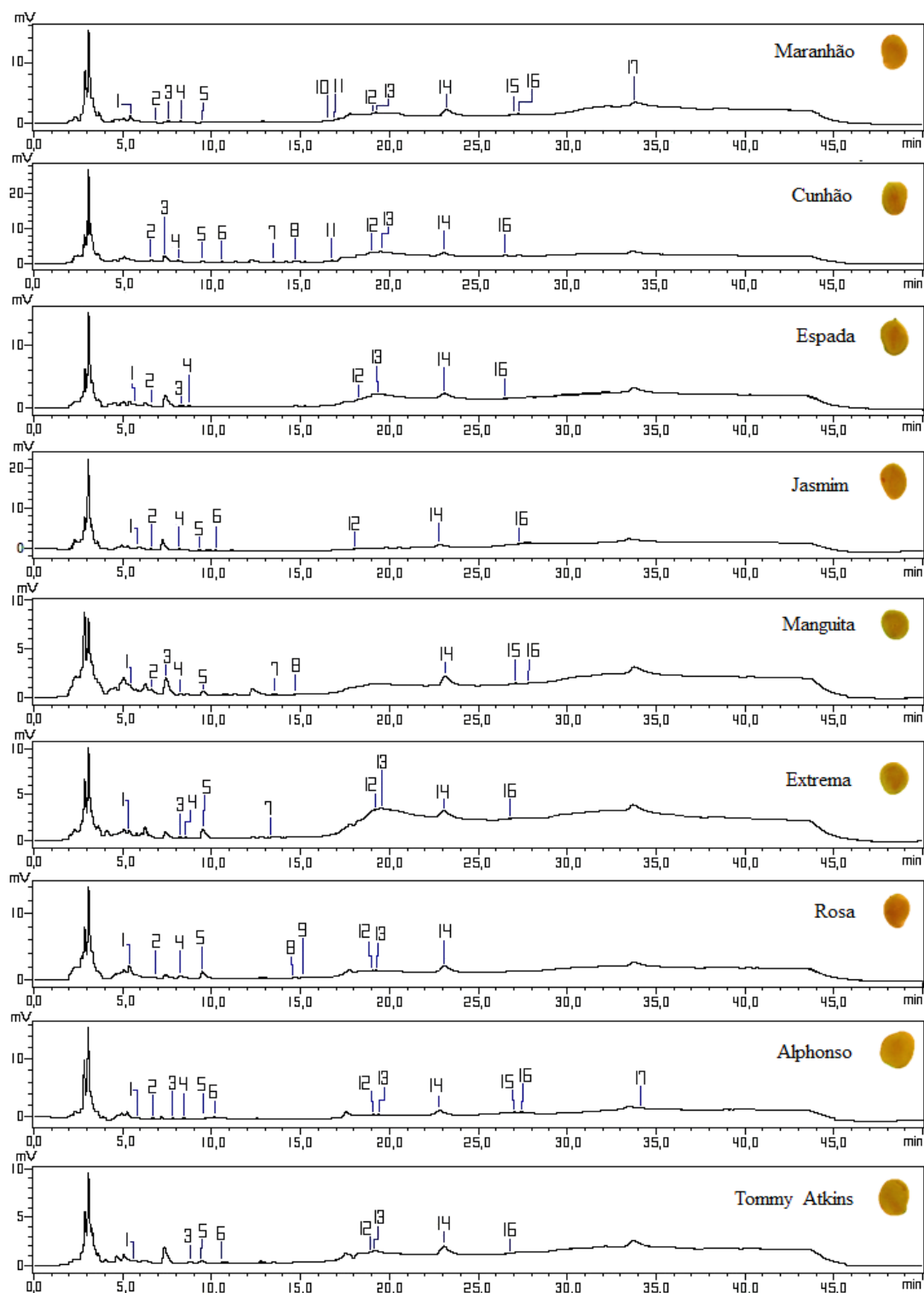


Figura 16. Cromatogramas de compostos fenólicos de extratos da polpa de frutos na maturidade comercial de 9 variedades de mangueiras (‘Maranhão’, ‘Cunhão’, ‘Espada’, ‘Jasmim’, ‘Manguita’, ‘Extrema’, ‘Rosa’, ‘Alphonso’ e ‘Tommy Atkins’) ocorrentes no município de Areia-PB.

Picos de indentificação: 1-Ac protocatecuico; 2-catequina; 3-Ac 2,5 dihidroxibenzoico; 4-Ac 4-hidroxibenzóico; 5-Mangiferina; 6-Ac Sirínico; 7-Ac p-cumárico; 8-Ac Sinápico; 9-Ac Ferúlico; 10- Ac Elágico; 11-Rutina; 12-Miricetina; 13-Ac Salicílico; 14- Quercetina; 15- Hespertina; 16-Canferol; 17-Crisina

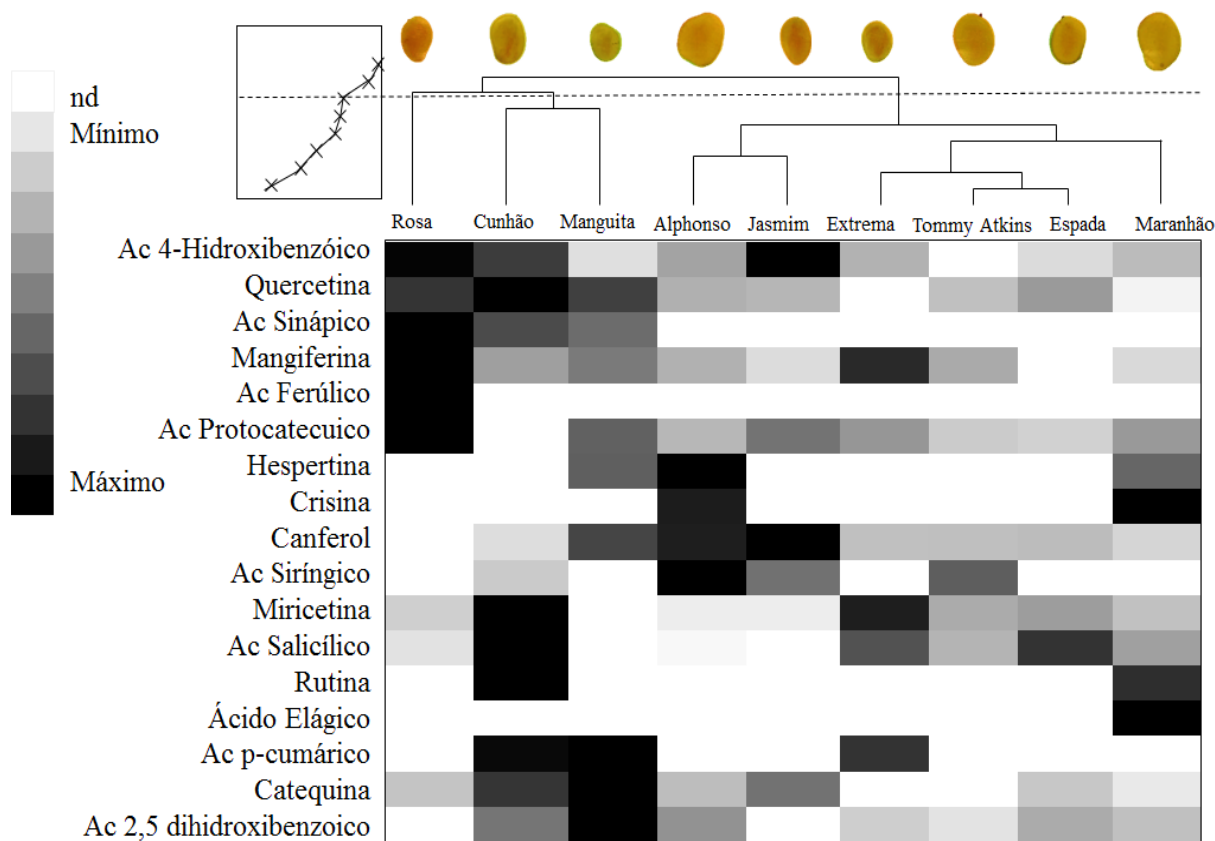


Figura 17. Mapa de coloração mostrando a contribuição dos compostos fenólicos da Polpa no agrupamento hierárquico de 9 variedades de mangas na maturidade comercial (‘Maranhão’, ‘Cunhão’, ‘Espada’, ‘Jasmim’, ‘Manguita’, ‘Extrema’, ‘Rosa’, ‘Alphonso’, ‘Tommy Atkins’) ocorrentes no município de Areia-PB.

Na casca, a abundância relativa dos compostos fenólicos nos frutos de 9 variedades de mangueiras ocorrentes no município de Areia-PB são apresentados na Tabela 12 e os cromatogramas com os compostos detectados na Figura 18. As cascas das variedades de manga avaliadas apresentaram maior número de fenólicos identificados, quando comparados com a polpa. Sendo que, quatro fenólicos que não haviam sido identificados na polpa o ácido vanílico, o ácido trans-cinâmico, o ácido cafeico e a naringenina foram encontrados na casca. Por outro lado, dois fenólicos identificados na polpa, a crisina e o ácido elágico, não foram encontrados na casca. Ongphimai et al. (2012), avaliando os compostos fenólicos de extratos de frutos da Tailândia, também não detectaram o ácido cafeico e o ácido vanílico em extratos de polpas da manga ‘Namdok-mai’.

Os compostos majoritários das cascas das mangas avaliadas foram o ácido salicílico a miricetina e a quercetina, que juntos representam 80,70% de todos os compostos fenólicos identificados. Ajila et al. (2010), reportam a quercetina a mangiferina o ácido sirínico e o

ácido elágico como os compostos majoritários das cascas de mangas ‘Badami’. Mostafa (2013), reportou valor de miricetina de 26,13 mg.100g⁻¹ em cascas de mangas comercializadas em supermercados no Egito.

As cascas das mangas apresentaram valor total de ácidos fenólicos, em média, 40 vezes superior aos encontrados na polpa e valor do total de flavonoides, em média, 30 vezes superior aos da polpa. A manga ‘Maranhão’ apresentou o maior número de ácidos fenólicos identificados e as variedades ‘Tommy Atkins’, ‘Espada’, ‘Rosa’ e ‘Maranhão’ os maiores números de flavonoides. A casca da manga ‘Extrema’ teve grande destaque, apresentando os maiores teores totais de ácidos fenólicos e flavonoides com 1053,07 e 408,433 mg.100g⁻¹, respectivamente. Nos ácidos fenólicos o composto de maior destaque para essa variedade foi o ácido salicílico com 991,491 mg.100g⁻¹, nos flavonoides a miricetina foi o principal composto, apresentando 311,989 mg.100g⁻¹. As cascas da manga ‘Alphonso’, por sua vez, obtiveram os menores teores de ácidos fenólicos e flavonoides com valores 51,69 e 25,383, respectivamente.

Silva et al., 2014 e Ajila et al. (2010) citam que as cascas das mangas podem ser utilizadas para a extração de compostos bioativos, e o resíduo obtido pode ser utilizado como uma fonte de fibra dietética. Portanto, o extrato da casca de manga pode ser utilizada em indústrias farmacêuticas e o resíduo após a remoção dos compostos fenólicos podem ser utilizados como um alimento funcional. Segundo Rosoanaivo et al. (2014), o processamento dos subprodutos da manga, especialmente a casca e as sementes, podem ser uma maneira econômica de reduzir o problema da eliminação dos resíduos da agroindústria.

A distribuição hierárquica de 9 variedades de mangas ocorrentes no município de Areia-PB, quanto aos teores dos compostos fenólicos da casca podem ser observados na Figura 19. A manga ‘Extrema’ se diferenciou das demais variedades por apresentar maiores teores de mangiferina, rutina, catequina, miricetina, ácido sinápico e ácido salicílico, caracterizando-se como uma importante fonte destes fitoquímicos, que apresentam grande aplicabilidade na indústria farmacêutica. A catequina é um flavonoide da classe flavana e que apresenta características anti-inflamatórias, inibe a peroxidação lipídica e atua prevenindo doenças cardiovasculares, câncers, osteoporose, e diabetes (MATSUI, 2015). A rutina tem sido relatada como um importante agente na prevenção de câncer, principalmente por apresentar baixa toxicidade em células não cancerígenas e significantes efeitos antitumorais (ALONSO-CASTRO et al., 2013). A aplicação de rutina protege a pele de ratos contra danos oxidativo induzidos por UVB, através da supressão da peroxidação lipídica e da expressão da COX-2,

apresentando assim potencial para prevenção fotocarcinogênica da pele (CHOI et al., 2014). Devido a esta característica, a rutina tem sido usada como ingrediente em protetores solar, melhorando as propriedades antioxidantes e foto protetoras desses produtos (KAMEL & MOSTAFA, 2011).

As variedades ‘Alphonso’ ‘Jasmim’, ‘Tommy Atkins’, ‘Rosa’ e ‘Manguita’ se agruparam por apresentarem os menores valores de ácido salicílico, hespertina, quercetina, ácido cafeico e maiores valores de ácido sirínico e ácido protocatecuico. Além disso, nesse grupo encontram-se as únicas variedades nas quais foi detectado o ácido trans-cinâmico (‘Jasmim’, ‘Tommy Atkins’, ‘Rosa’ e ‘Manguita’).

Para as variedades ‘Cunhão’, ‘Maranhão’ e ‘Espada’, as principais características consideradas no agrupamento foram os altos conteúdos de ácido cafeico (todas as variedades), de hespertina (variedades ‘Maranhão’ e ‘Espada’) e de quercetina (variedades ‘Espada’ e ‘Cunhão’) e os menores teores de ácido sirínico (todas as variedades).

A hespertina proporciona efeitos protetores potentes contra a lesão hepática induzida pela cisplatina e pode ser utilizado como um aditivo nos protocolos quimioterapêuticos (LI et al., 2014; OMAR et al., 2016). Nagashio et al. (2013), reportam que uma ingestão adequada de hespertina pode também fornecer uma melhor gestão das doenças alérgicas mediadas por Th17. O ácido cafeico exibe elevado poder de inibição da COX e LOX, apresentando, portanto, potencial antiproliferativo, elevada eficiência na inibição de células cancerosas da próstata, proteção hepática (efeito preventivo contra o t-BHP oxidativo que induz danos no fígado de ratos) e efeito neuroprotetora contra o desenvolvimento da doença de Parkinson (TSAI et al., 2011; SANDERSON et al., 2013; YANG et al., 2013; CAI et al., 2016). O ácido sirínico quando inserido em dietas de ratos diabéticos restaura as atividades de enzimas chave envolvidas no metabolismo de hidratos de carbono, recupera a glicose do plasma sanguíneo e a atividade de insulina (SRINIVASAN et al., 2014), sendo assim, um importante agente antidiabético. O ácido sirínico também apresenta efeito antiangiogênico por regulação do fator de crescimento endotelial vascular (VEGF), tendo assim potencial terapêutico, podendo ser uma arma contra o câncer (KARTHIK et al., 2014).

Tabela 12. Abundância relativa de compostos fenólicos da casca (mg.100g⁻¹ MF) de frutos na maturidade comercial de 9 variedades de mangueiras ('Maranhão', 'Cunhão', 'Espada', 'Jasmim', 'Manguita', 'Extrema', 'Rosa', 'Alphonso' e 'Tommy Atkins') ocorrentes no município de Areia-PB.

Nº do Pico	Grupos Fenólicos	Maranhão	Cunhão	Espada	Jasmim	Manguita	Extrema	Rosa	Alphonso	Tommy Atkins
Ácidos fenólicos										
3	<i>Ac 2,5 dihidroxibenzoico</i>	0,889	14,786	2,115	24,396	13,765	20,926	3,357	2,831	14,649
1	<i>Ac protocatecuico</i>	6,991	3,523	4,974	8,306	13,672	7,386	7,280	13,205	2,353
14	<i>Ac Cafeico</i>	7,400	73,679	6,384	3,404	nd	nd	2,918	5,440	1,703
10	<i>Ac Ferúlico</i>	3,682	nd	nd	nd	2,170	nd	nd	nd	nd
9	<i>Ac p-cumárico</i>	2,989	6,548	2,673	3,334	8,450	14,006	3,156	6,959	18,893
13	<i>Ac Salicílico</i>	107,455	515,899	186,903	45,536	133,685	991,491	72,370	8,841	43,647
9	<i>Ac Sinápico</i>	4,456	4,217	0,918	4,227	0,965	18,231	6,610	0,100	1,555
7	<i>Ac Siríngico</i>	0,889	0,231	0,771	11,087	1,619	1,031	2,509	14,310	nd
16	<i>Ac trans-cinâmico</i>	nd	nd	nd	1,432	0,820	nd	2,538	nd	5,625
5	<i>Ac Vanílico</i>	14,471	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
4	<i>Ac 4-hidroxibenzóico</i>	2,206	nd	7,409	nd	10,433	nd	4,660	nd	nd
Total de Ácidos Fenólicos		151,43	618,88	212,15	101,72	185,58	1053,07	105,40	51,69	88,43
Flavonoides										
6	<i>Mangiferina</i>	14,471	8,096	1,530	0,398	22,983	32,969	26,664	7,301	16,084
2	<i>Catequina</i>	13,618	14,626	11,518	nd	17,398	32,536	13,302	nd	31,304
17	<i>Naringenina</i>	11,065	nd	1,796	nd	5,689	nd	3,290	nd	1,039
18	<i>Hespertina</i>	4,118	nd	3,950	nd	0,218	nd	0,208	0,128	0,335
15	<i>Quercetina</i>	41,360	87,558	74,724	7,149	48,012	nd	25,116	3,971	7,368
12	<i>Miricetina</i>	87,931	210,274	249,270	31,026	151,208	311,989	92,230	13,027	19,383
19	<i>Canferol</i>	1,183	0,267	5,081	nd	nd	nd	0,744	0,478	0,107
11	<i>Rutina</i>	15,183	nd	2,447	1,214	4,505	30,939	11,806	0,478	19,859
Total de Flavonoides		188,929	320,820	350,317	39,787	250,013	408,433	173,361	25,383	95,479

nd=não detectado

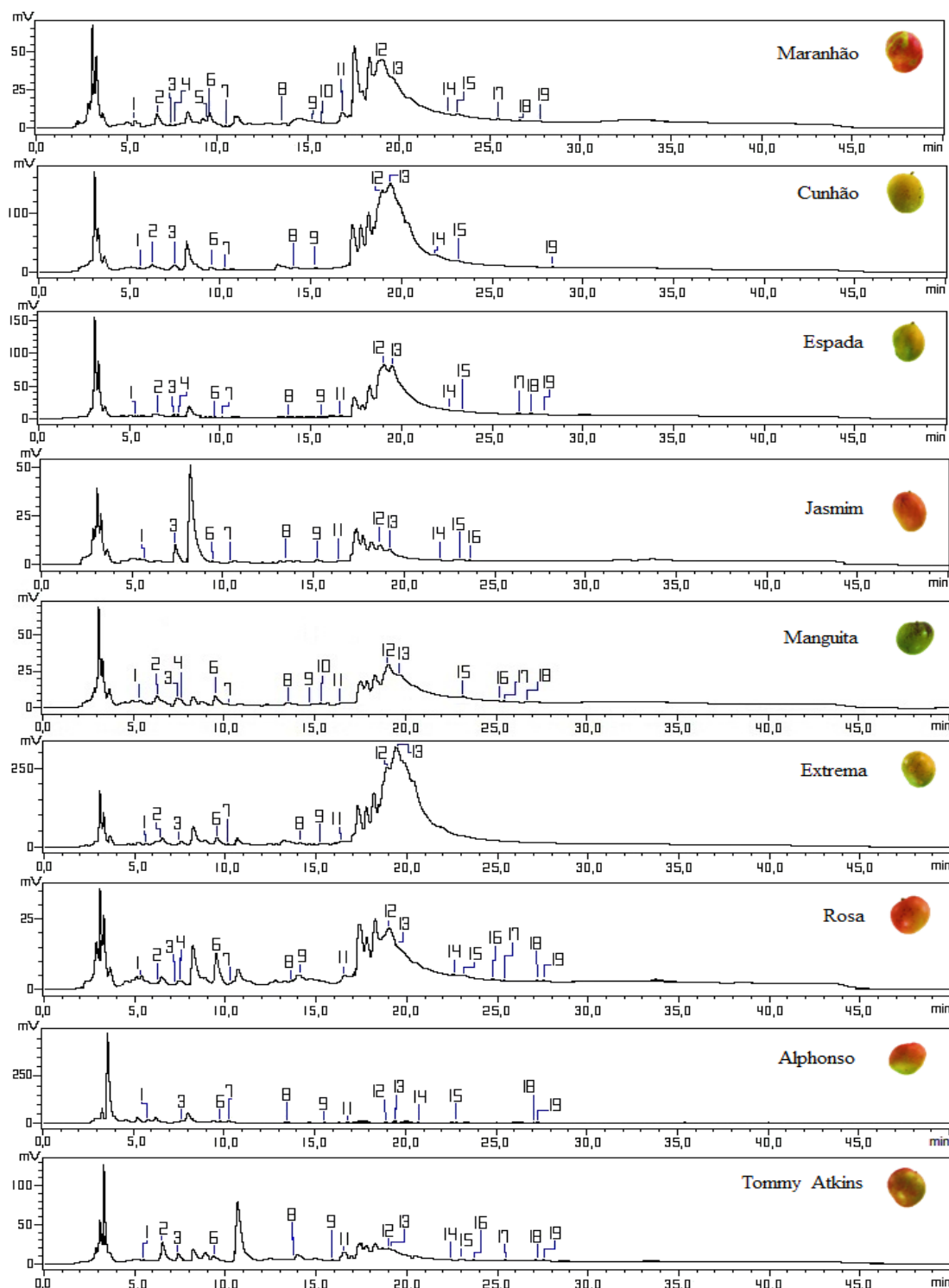


Figura 18. Cromatogramas de compostos fenólicos de extratos da casca de frutos na maturidade comercial de 9 variedades de mangueiras (‘Maranhão’, ‘Cunhão’, ‘Espada’, ‘Jasmim’, ‘Manguita’, ‘Extrema’, ‘Rosa’, ‘Alphonso’ e ‘Tommy Atkins’) ocorrentes no município de Areia-PB.

Picos de indentificação: 1-Ac protocatecuico; 2-catequina; 3-Ac 2,5 dihidroxibenzoico; 4-Ac 4-hidroxibenzóico; 5-Ac Vanílico; 6-Mangiferina; 7-Ac Siríngico; 8-Ac p-cumárico; 9-Ac Sinápico; 10-Ac Ferúlico; 11-Rutina; 12-Miricetina; 13-Ac Salicílico; 14-Ac Cafeico; 15-Quercetina; 16 - Ac trans-cinâmico; 17 – Naringenina; 18-Hespertina; 19-Canferol.

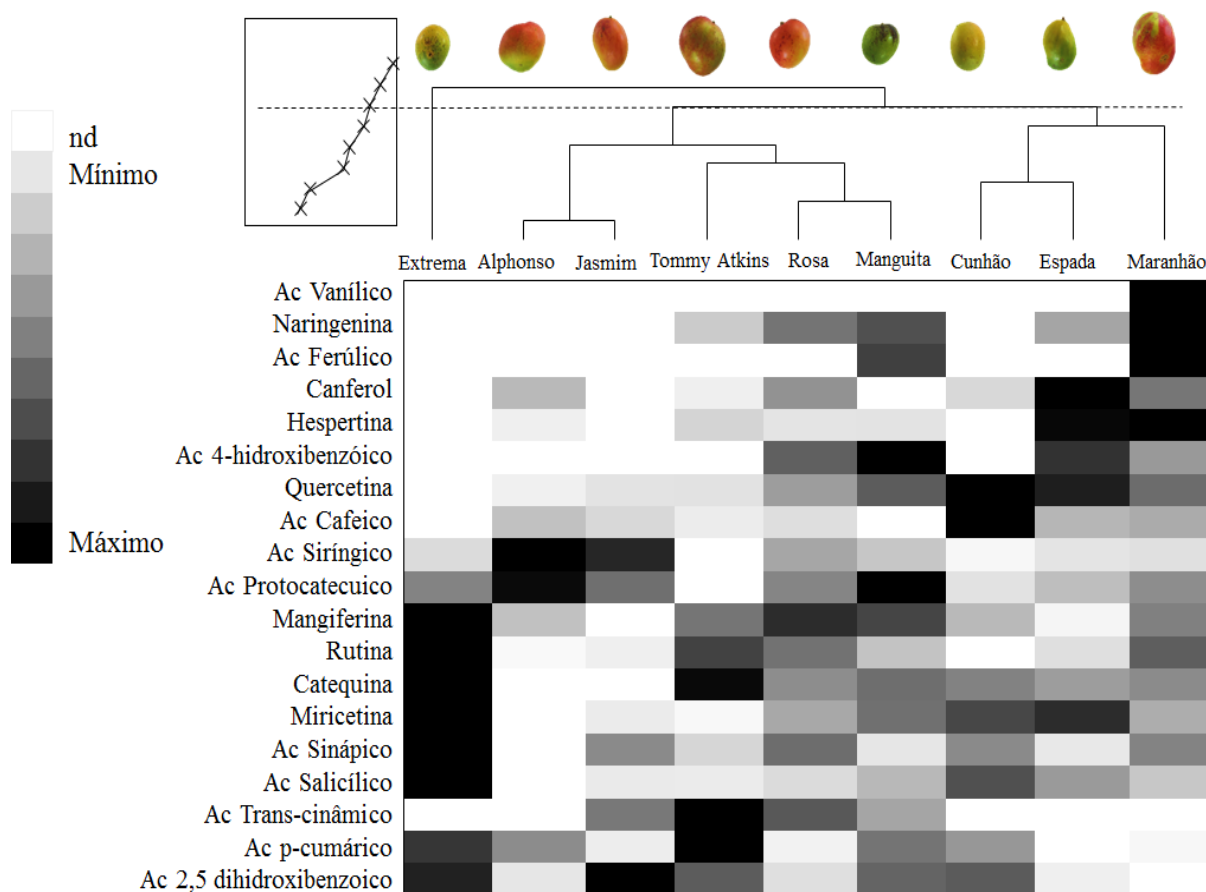


Figura 19. Mapa de coloração mostrando a contribuição dos compostos fenólicos da casca no agrupamento hierárquico de 9 variedades de mangas na maturidade comercial (‘Maranhão’, ‘Cunhão’, ‘Espada’, ‘Jasmim’, ‘Manguita’, ‘Extrema’, ‘Rosa’, ‘Alphonso’ e ‘Tommy Atkins’) ocorrentes no município de Areia-PB.

6. CONCLUSÕES

As mangas ‘Alphonso’ e ‘Maranhão’ se assemelharam com a manga ‘Tommy Atkins’ por apresentarem elevadas massas frescas, comprimentos e diâmetros, coloração de cobertura da casca (cor minoritária) fortemente avermelhada e opaca e baixos teores de sólidos solúveis.

As mangas ‘Rosa’ e ‘Jasmim’ se destacaram das demais variedades por apresentarem cor de fundo da casca (Cor predominante) fortemente avermelhada e brilhante e cor de polpa alaranjada. A ‘Jasmim’ pela sua elevada relação SS/AT e textura e a manga ‘Rosa’ pelo elevado teor de sólidos solúveis.

As variedades ‘Cunhão’, ‘Espada’, ‘Rosa’, ‘Jasmim’ e ‘Manguita’ se sobressaíram quanto aos compostos bioativos e atividade antioxidante da polpa, apresentando elevados teores de PET e elevada capacidade de sequestro dos radicais DPPH[•] e ABTS^{•+}. A manga ‘Jasmim’ também apresentou superiores teores de ácido ascórbico e a manga ‘Rosa’ elevados teores de carotenóides totais e flavonoides amarelos. A casca da manga ‘Extrema’ destacou-se amplamente pelos maiores teores de ácido ascórbico e PET que refletiram em elevada atividade antioxidante pelos métodos ABTS e DPPH (EC₅₀), sendo que as cascas apresentaram atividade antioxidante em média 20 vezes superior as das polpas. As mangas ‘Alphonso’, e ‘Maranhão’ juntamente com a manga ‘Tommy Atkins’ apresentam baixos teores de polifenóis extraíveis totais e atividade antioxidante por ABTS na polpa e baixos teores de ácido ascórbico na polpa e na casca.

A miricetina, a quercetina e o ácido salicílico foram os compostos fenólicos majoritários encontrados nas polpas e nas cascas das mangas. A polpa da manga ‘Cunhão’ destacou-se por apresentar maiores valores de ácidos fenólicos e flavonoides totais, e a manga ‘Rosa’ por se diferenciar das demais variedades pelos maiores teores de ácido protocatecuico, ácido sinápico e mangiferina e também por ser a única variedade na qual o ácido ferúlico foi detectado. Com relação a casca, a manga ‘Extrema’ se sobressaiu amplamente das demais variedades por apresentar maiores valores de ácidos fenólicos e flavonoides totais, bem como, maiores teores de ácido salicílico, ácido sinápico, mangiferina, catequina, miricetina e rutina.

As cascas das mangas, em especial as da variedade ‘Extrema’ se configuram como importante fonte de compostos benéficos à saúde humana, possuindo conteúdos em média 40 vezes superiores aos encontrados na polpa, apresentando assim grande aplicabilidade em indústrias farmacêuticas.

7. REFERÊNCIAS

- ABBASI, A. M.; GUO, X.; FU, X.; ZHOU, L.; CHEN, Y.; ZHU, Y.; YAN, H. LIU, R. H. Comparative Assessment of Phenolic Content and in Vitro Antioxidant Capacity in the Pulp and Peel of Mango Cultivars. **International journal of molecular sciences**, v. 16, n. 6, p. 13507-13527, 2015.
- ABDULLAH, A. H.; MOHAMMED, A. S.; ABDULLAH, R.; MIRGHANI, M. E. S. Identification and Quantification of Phenolic Compounds in *Mangifera Indica* Waterlily Kernel and Their Free Radical Scavenging Activity. **Journal of Advanced Agricultural Technologies**, v. 2, n. 1, 2015.
- ABDULLAH, A. S. H.; MOHAMMED, A. S.; ABDULLAH, R.; MIRGHANI, M. E.; AL-QUBAISI, M. Cytotoxic effects of *Mangifera indica* L. kernel extract on human breast cancer (MCF-7 and MDA-MB-231 cell lines) and bioactive constituents in the crude extract. **BMC complementary and alternative medicine**, v. 14, n. 1, p. 199, 2014.
- ACOSTA-ESTRADA, B. A.; GUTIÉRREZ-URIBE, J. A.; SERNA-SALDÍVAR, S. O. Bound phenolics in foods, a review. **Food chemistry**, v. 152, p. 46-55, 2014.
- AHMAD, S. M.; RAQIB, R.; QADRI, F.; STEPHENSEN, C. B. The effect of newborn vitamin A supplementation on infant immune functions: Trial design, interventions, and baseline data. **Contemporary clinical trials**, v. 39, n. 2, p. 269-279, 2014.
- AJILA, C. M. & RAO, U. P. Protection against hydrogen peroxide induced oxidative damage in rat erythrocytes by *Mangifera indica* L. peel extract. **Food and Chemical Toxicology**, v. 46, n. 1, p. 303-309, 2008.
- AJILA, C. M., BHAT, S. G., & RAO, U. P. Valuable components of raw and ripe peels from two Indian mango varieties. **Food Chemistry**, v. 102, n. 4, p. 1006-1011, 2007a.
- AJILA, C. M., RAO, L. J., & RAO, U. P. Characterization of bioactive compounds from raw and ripe *Mangifera indica* L. peel extracts. **Food and Chemical Toxicology**, v. 48, n. 12, p. 3406-3411, 2010.

AJILA, C. M.; NAIDU, K. A.; BHAT, S. G. & RAO, U. P. Bioactive compounds and antioxidant potential of mango peel extract. **Food chemistry**, v. 105, n. 3, p. 982-988, 2007 b.

AJILA, C. M.; RAO PRASADA, R. U. J. S. Mango peel dietary fibre: Composition and associated bound phenolics. **Journal of Functional Foods**, v. 5, n. 1, p. 444-450, 2013.

ALMEIDA, M. M. B.; SOUSA, P. H. M.; ARRIAGA, Â. M. C.; PRADO, G. M.; CARVALHO MAGALHÃES, C. E.; MAIA, G. A.; LEMOS, T. L. G. Bioactive compounds and antioxidant activity of fresh exotic fruits from northeastern Brazil. **Food Research International**, v. 44, n. 7, p. 2155-2159, 2011.

ALONSO-CASTRO, A. J.; DOMÍNGUEZ, F.; GARCÍA-CARRANCÁ, A. Rutin exerts antitumor effects on nude mice bearing SW480 tumor. **Archives of medical research**, v. 44, n. 5, p. 346-351, 2013.

AMUDHA, K.; PARI, L. Beneficial role of naringin, a flavanoid on nickel induced nephrotoxicity in rats. **Chemico-biological interactions**, v. 193, n. 1, p. 57-64, 2011.

ANDERSEN, Ø. M.; JORDHEIM, M. Chemistry of flavonoid-based colors in plants. Comprehensive natural products II: **Chemistry and biology**, v. 3, p. 547-614, 2010.

AOAC. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemistry**. 17. ed. Washington: AOAC, 2002.

ARATHI, B. P.; SOWMYA, P. R. R.; VIJAY, K.; BASKARAN, V.; LAKSHMINARAYANA, R. Metabolomics of carotenoids: The challenges and prospects—A review. **Trends in Food Science & Technology**, v. 45, n. 1, p. 105-117, 2015.

ARBOS, K. A.; STEVANI, P. C.; CASTANHA, R. F. Atividade antimicrobiana, antioxidante e teor de compostos fenólicos em casca e amêndoa de frutos de manga. **Revista Ceres**, v. 60, n. 2, p. 161-165, 2013.

AYALA-SILVA, T.; SCHNELL, R. J.; MEEROW, A. W.; WINTERSTEIN, M.; CERVANTES, C.; BROWN, J. S. Determination of color and fruit traits of half-sib families of mango (*Mangifera indica* L.). In: **Florida State Horticultural Society**. 2005. p. 253-257.

AYOUB, M.; CAMARGO, A. C.; SHAHIDI, F. Antioxidants and bioactivities of free, esterified and insoluble-bound phenolics from berry seed meals. **Food Chemistry**, v. 197, p. 221-232, 2016.

BARRETO, J. C.; TREVISAN, M. T.; HULL, W. E.; ERBEN, G.; BRITO, E. S.; PFUNDSTEIN, B.; WÜRTELE, G.; SPIEGELHALDER, B.; OWEN, R. W. Characterization and quantitation of polyphenolic compounds in bark, kernel, leaves, and peel of mango (*Mangifera indica* L.). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 56, n. 14, p. 5599-5610, 2008.

BATISTA, A. **Qualidade, Compostos Bioativos e Atividade Antioxidante em Frutas Produzidas no Submédio do Vale do São Francisco**. Universidade Federal Rural do Semiárido (Dissertação de Mestrado), 2010.

BATISTA, P. F.; LIMA, M. A. C. D.; TRINDADE, D. C. G. D.; ALVES, R. E. Quality of different tropical fruit cultivars produced in the Lower Basin of the São Francisco Valley1. **Revista Ciência Agronômica**, v. 46, n. 1, p. 176-184, 2015.

BI, X.; Zhang, J.; Chen, C.; Zhang, D.; Li, P.; Ma, F. Anthocyanin contributes more to hydrogen peroxide scavenging than other phenolics in apple peel. **Food chemistry**, v. 152, p. 205-209, 2014.

BIESALSKI, H. K.; DRAGSTED, L. O.; ELMADFA, I.; GROSSKLAUS, R.; MÜLLER, M.; SCHRENK, D. WALTER, P.; WEBER, P. Bioactive compounds: Definition and assessment of activity. **Nutrition**, v. 25, n. 11, p. 1202-1205, 2009.

BORGES, L.L.; LÚCIO, T. C.; GIL, E. S.; BARBOSA, E. F. Uma Abordagem Sobre Métodos Analíticos para Determinação da Atividade Antioxidante em Produtos Naturais. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, vol.7, n.12; p. 1-20, 2011.

BOUZAIENE, N. N.; JAZIRI, S. K.; KOVACIC, H.; CHEKIR-GHEDIRA, L.; GHEDIRA, K.; LUIS, J. The effects of caffeic, coumaric and ferulic acids on proliferation, superoxide production, adhesion and migration of human tumor cells in vitro. **European journal of pharmacology**, v. 766, p. 99-105, 2015.

BRASIL (2000) Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Leis, Decretos, etc. Instrução Normativa Nº 1, de 7 de janeiro de 2000. **Regulamento técnico geral para fixação dos padrões de identidade e qualidade para polpa de frutas**. Diário Oficial da União, Nº 6, Brasília, 10 de janeiro de 2000. Seção 1, p.54-58.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Equipe de pedologia e fertilidade do solo. Divisão de Agrologia - SUDENE. **Levantamento exploratório**: reconhecimento de solos do estado da Paraíba. Rio de Janeiro: MA/CONTA/USAID/ SUDENE, 1972. 670p. (Boletim técnico, 15).

BRAZ, V. B.; NUNES, E. S.; VIEIRA, G.; RIBEIRO JÚNIOR, J. I.; BERTINI, L. A.; COUTO, F. A. D. A. Initiation of ripening of Tommy Atkins and Ubá mangoes with postharvest application of ethephon. **Bragantia**, v. 67, n. 1, p. 225-232, 2008.

CAI, H.; HUANG, X.; XU, S.; SHEN, H.; ZHANG, P.; HUANG, Y.; JIANG, J.; SUN, Y.; JIANG, B.; WU, X.; YAO, H.; XU, J. Discovery of novel hybrids of diaryl-1, 2, 4-triazoles and caffeic acid as dual inhibitors of cyclooxygenase-2 and 5-lipoxygenase for cancer therapy. **European journal of medicinal chemistry**, v. 108, p. 89-103, 2016.

CEAGESP - Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo. Normas de Classificação de Manga. **Centro de Qualidade em Horticultura**, São Paulo, CEAGESP: 2004, p. 6 (CQH. Documentos, 28).

CHEN, G. L.; CHEN, S. G.; ZHAO, Y. Y.; LUO, C. X.; LI, J.; GAO, Y. Q. Total phenolic contents of 33 fruits and their antioxidant capacities before and after in vitro digestion. **Industrial Crops and Products**, v. 57, p. 150-157, 2014.

CHIELI, E.; ROMITI, N.; RODEIRO, I.; GARRIDO, G. In vitro effects of *Mangifera indica* and polyphenols derived on ABCB1/P-glycoprotein activity. **Food and chemical toxicology**, v. 47, n. 11, p. 2703-2710, 2009.

CHISTÉ, R. C.; FREITAS, M.; MERCADANTE, A. Z.; FERNANDES, E. Carotenoids inhibit lipid peroxidation and hemoglobin oxidation, but not the depletion of glutathione induced by ROS in human erythrocytes. **Life sciences**, v. 99, n. 1, p. 52-60, 2014.

CHOI, K. S. KUNDU, J. K.; CHUN, K. S.; NA, H. K.; SURH, Y. J. Rutin inhibits UVB radiation-induced expression of COX-2 and iNOS in hairless mouse skin: p38 MAP kinase and JNK as potential targets. **Archives of biochemistry and biophysics**, v. 559, p. 38-45, 2014.

CHONGCHATUPORN, U.; KETSA, S.; VAN DOORN, W. G. Chilling injury in mango (*Mangifera indica*) fruit peel: Relationship with ascorbic acid concentrations and antioxidant enzyme activities. **Postharvest Biology and Technology**, v. 86, p. 409-417, 2013.

CROZIER, A.; DEL RIO, D.; CLIFFORD, M. N. Bioavailability of dietary flavonoids and phenolic compounds. **Molecular aspects of medicine**, v. 31, n. 6, p. 446-467, 2010.

DANTAS, A. L.; SILVA, S. M.; DANTAS, R. L.; PEREIRA, W. E.; LIMA, R. P.; MENDONÇA, R. M. N.; SANTOS, D. Influence of combined sources of nitrogen fertilization on quality of cv. 'Vitoria' pineapple. **African Journal of Agricultural Research**, v. 10, n. 40, p. 3814-3824, 2015b.

DANTAS, R. L., SILVA, S.M., BRITO PRIMO, D.M., SOUSA, A.S.B., BRITO, E.S.; MACEDO, E.M.S. Changes during maturation in the bioactive compounds and antioxidant activity of *opuntia stricta* (HAW.) Fruits. **Acta Horticulturae**. 1067, 159-165, 2015a.

DEMBITSKY, V. M.; POOVARODOM, S.; LEONTOWICZ, H.; LEONTOWICZ, M.; VEARASILP, S.; TRAKHTENBERG, S.; GORINSTEIN, S. The multiple nutrition properties of some exotic fruits: biological activity and active metabolites. **Food Research International**, v. 44, n. 7, p. 1671-1701, 2011.

DEVI, K. P.; RAJAVEL, T.; HABTEMARIAM, S.; NABAVI, S. F.; NABAVI, S. M. Molecular mechanisms underlying anticancer effects of myricetin. **Life sciences**, v. 142, p. 19-25, 2015.

DONIN, A. S.; DENT, J. E.; NIGHTINGALE, C. M.; SATTAR, N.; OWEN, C. G.; RUDNICKA, A. R.; PERKIN, M. R.; STEPHEN, A. M.; JEBB, S. A.; COOK, D. G.; WHINCUP, P. H. Fruit, vegetable and vitamin C intakes and plasma vitamin C: cross-sectional associations with insulin resistance and glycaemia in 9–10 year-old children. **Diabetic Medicine**, 2015.

DORTA, E.; GONZÁLEZ, M.; LOBO, M. G.; SÁNCHEZ-MORENO, C.; ANCOS, B. Screening of phenolic compounds in by-product extracts from mangoes (*Mangifera indica* L.) by HPLC-ESI-QTOF-MS and multivariate analysis for use as a food ingredient. **Food Research International**, v. 57, p. 51-60, 2014.

DORTA, E.; LOBO, M. G.; GONZÁLEZ, M. Using drying treatments to stabilise mango peel and seed: Effect on antioxidant activity. **LWT-Food Science and Technology**, v. 45, n. 2, p. 261-268, 2012.

DORTA, E.; LOBO, M. G.; GONZÁLEZ, M. Optimization of factors affecting extraction of antioxidants from mango seed. **Food and Bioprocess Technology**, v. 6, n. 4, p. 1067-1081, 2013.

DU, G.; LI, M.; MA, F.; LIANG, D. Antioxidant capacity and the relationship with polyphenol and vitamin C in Actinidia fruits. **Food Chemistry**, v. 113, n. 2, p. 557-562, 2009. DUQUE, A. L.; GIRALDO, G. A.; MEJÍA, C. M. Variación del color en Mango, Mora y Uchuva en diferentes tratamientos de deshidratación osmótica. **Revista de Investigaciones Universidad del Quindío**, v. 17, p. 19-25, 2007.

FAHRIOĞLU, U., DODURGA, Y., ELMAS, L.; SEÇME, M. Ferulic acid decreases cell viability and colony formation while inhibiting migration of MIA PaCa-2 human pancreatic cancer cells in vitro. **Gene**, v. 576, n. 1, p. 476-482, 2016.

FAO, FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Roma: **FAOSTAT Database Gateway-FAO**. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/>> Acesso em: 07 Jan. 2016.

FAO/OMS. Human Vitamin and Mineral Requirements. In: **Report 7th Joint FAO/OMS Expert Consultation**. Bangkok, Tailândia, 2001.

FARAONI, A. S., RAMOS, A. M., & STRINGHETA, P. C. Caracterização da manga orgânica cultivar ubá. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 11, n. 1, p. 9-14, 2009.

FERNÁNDEZ-PONCE, M. T.; CASAS, L.; MANTELL, C.; RODRÍGUEZ, M.; LA OSSA, E. M. Extraction of antioxidant compounds from different varieties of *Mangifera indica* leaves using green technologies. **The Journal of Supercritical Fluids**, v. 72, p. 168-175, 2012.

FERREIRA, M. L. A.; SILVA, R. A.; BULHÕES, A. A.; PACHECO FILHO, E. F.; ROCHA, P. C. A.; PAULA, M. M. M. X.; SOUSA, A. I. O.; PAIVA, A. C. C.; OLIVEIRA, C. F. M. A.; ALMEIDA, A. M. B.; MORAIS, A. P.; NEVES, A. P. M. Produção Biodinâmica de Mangas ‘Tommy Atkins’ e ‘Keitt’ para Exportação em Condições de Semiárido Paraibano. **Informativo Técnico do Semiárido**, v. 9, n. 1, p. 01-06, 2015.

FLOEGEL, A.; FLOEGEL, A.; KIM, D. O.; CHUNG, S. J.; KOO, S. I.; CHUN, O. K. Comparison of ABTS/DPPH assays to measure antioxidant capacity in popular antioxidant-rich US foods. **Journal of food composition and analysis**, v. 24, n. 7, p. 1043-1048, 2011.

FRANCIS, F.J. Analysis of anthocyanins. In: MARKAKIS, P. (ed.). **Anthocyanins as food colors**. New York: Academic Press, p.181 -207, 1982.

FREITAS, E. R.; SILVA BORGES, Â.; TREVISAN, M. T. S.; CUNHA, A. L.; MELO BRAZ, N.; WATANABE, P. H.; NASCIMENTO, G. A. J. Extratos etanólicos de manga

como antioxidantes na alimentação de poedeiras. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, n. 7, p. 714-721, 2013.

FU, L.; XU, B. T.; XU, X. R.; GAN, R. Y.; ZHANG, Y.; XIA, E. Q.; LI, H. B. Antioxidant capacities and total phenolic contents of 62 fruits. **Food Chemistry**, v. 129, n. 2, p. 345-350, 2011.

FUKUDA, S. YASUNAGA, E.; NAGLE, M.; YUGE, K.; SARSDUD, V.; SPREER, W.; & MÜLLER, J. Modelling the relationship between peel colour and the quality of fresh mango fruit using Random Forests. **Journal of Food Engineering**, v. 131, p. 7-17, 2014.

GALLI, J. A.; ARRUDA-PALHARINI, M. C., FISCHER, I. H. MARTINS, A. L. M. Características Físico-Químicas de Variedades De Manga Cultivadas em Sistema Orgânico. **CADERNOS DE AGROECOLOGIA**, V. 6, n. 2, DEZ 2011.

GALLI, J. A.; MICHELOTTO, M. D.; SIVEIRA, L.; MARTINS, A. L. M. Qualidade de mangas cultivadas no Estado de São Paulo. **Bragantia**, v. 67, n. 3, p. 791-797, 2008.

GALLIE, D. R. L-Ascorbic acid: a multifunctional molecule supporting plant growth and development. **Scientifica**, v. 2013, 2013.

GOGGIN, F. L.; AVILA, C. A.; LORENCE, A. Vitamin C content in plants is modified by insects and influences susceptibility to herbivory. **Bio Essays**, v. 32, n. 9, p. 777-790, 2010.

GRUNE, T.; LIETZ, G.; PALOU, A.; ROSS, A. C.; STAHL, W.; TANG, G.; THURNHAM, D.; YIN, S.; BIESALSKI, H. K. β -Carotene is an important vitamin A source for humans. **The Journal of nutrition**, v. 140, n. 12, p. 2268S-2285S, 2010.

HELENO, S. A.; MARTINS, A.; QUEIROZ, M. J. R.; FERREIRA, I. C. Bioactivity of phenolic acids: Metabolites versus parent compounds: A review. **Food chemistry**, v. 173, p. 501-513, 2015.

HEWAVITHARANA, A. K.; TAN, Z. W.; SHIMADA, R.; SHAW, P. N.; FLANAGAN, B. M. Between fruit variability of the bioactive compounds, β -carotene and mangiferin, in mango (*Mangifera indica*). **Nutrition & Dietetics**, v. 70, n. 2, p. 158-163, 2013.

HIGBY, W. K. A simplified method for determination of some the carotenoid distribution in natural and carotene-fortified orange juice. **Journal of Food Science**, v. 27, n. 1, p. 42-49, 1962.

HOANG, V. L. T.; PIERSON, J. T., CURRY, M. C.; SHAW, P. N.; DIETZGEN, R. G.; GIDLEY, M. J.; ROBERTS-THOMSON, S. J.; MONTEITH, G. R. Polyphenolic contents and the effects of methanol extracts from mango varieties on breast cancer cells. **Food Science and Biotechnology**, v. 24, n. 1, p. 265-271, 2015a.

HOANG, V. L.; INNES, D. J.; SHAW, P. N.; MONTEITH, G. R.; GIDLEY, M. J.; DIETZGEN, R. G. Sequence diversity and differential expression of major phenylpropanoid-flavonoid biosynthetic genes among three mango varieties. **BMC genomics**, v. 16, n. 1, p. 1, 2015b.

HORST, M. A.; MORENO, F. S. Carotenóides. **São Paulo: International Life Sciences Institute do Brasil**, 2009.

HUANG, MING; XU, QIANG; DENG, XIU-XIN. L-Ascorbic acid metabolism during fruit development in an ascorbate-rich fruit crop chestnut rose (*Rosa roxburghii* Tratt). **Journal of plant physiology**, v. 171, n. 14, p. 1205-1216, 2014.

IBGE. **Produção Agrícola Municipal: Culturas Temporárias e Permanentes**. Ed. 40. Rio de Janeiro: IBGE, 2013. p. 99.

IGNAT, I.; VOLF, I.; POPA, V. I. A critical review of methods for characterisation of polyphenolic compounds in fruits and vegetables. **Food Chemistry**, v. 126, n. 4, p. 1821-1835, 2011.

IMDAD, A.; YAKOOB, M. Y.; SUDFELD, C.; HAIDER, B. A.; BLACK, R. E.; BHUTTA, Z. A. Impact of vitamin A supplementation on infant and childhood mortality. **BMC Public Health**, v. 11, n. 3, p. S20, 2011.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4. ed. São Paulo: IAL, 1020 p. 2008. 1 ed. digital.

JAHURUL, M. H. A., ZAIDUL, I. S. M., GHAFOOR, K., AL-JUHAIMI, F. Y., NYAM, K. L., NORULAINI, N. A. N.; SAHENA, F. OMAR, A. M. Mango (*Mangifera indica* L.) by-products and their valuable components: A review. **Food chemistry**, v. 183, p. 173-180, 2015.

JHA, S. K.; SETHI, S.; SRIVASTAV, M.; DUBEY, A. K.; SHARMA, R. R.; SAMUEL, D. V. K.; SINGH, A. K. Firmness characteristics of mango hybrids under ambient storage. **Journal of Food Engineering**, v. 97, n. 2, p. 208-212, 2010.

JIAMBOONSRI, P.; PITHAYANUKUL, P.; BAVOVADA, R.; LEANPOLCHAREANCHAI, J.; YIN, T.; GAO, S.; HU, M. Factors Influencing Oral Bioavailability of Thai Mango Seed Kernel Extract and Its Key Phenolic Principles. **Molecules**, v. 20, n. 12, p. 21254-21273, 2015.

JOLLIFFE, I.T. Discarding variables in a principal component analysis. I. **Artificial data. Appl. Stat.**, 21(2): p. 160-173, 1972.

JOLLIFFE, I.T. Discarding variables in a principal component analysis. II. Real data. **App. Stat.**, 21(1):21-3, 1973.

KABRA, M. P.; BHANDARI, S. S.; SHARMA, A.; GUPTA, R. B. Evaluation of anti-parkinson's activity of gentisic acid in different animal models. **Journal of Acute Disease**, v. 3, n. 2, p. 141-144, 2014.

KAMEL, R.; MOSTAFA, D. M. Rutin nanostructured lipid cosmeceutical preparation with sun protective potential. **Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology**, v. 153, p. 59-66, 2015.

KANG, S. P.; EAST, A. R.; TRUJILLO, F. J. Colour vision system evaluation of bicolour fruit: A case study with 'B74' mango. **Postharvest Biology and Technology**, v. 49, n. 1, p. 77-85, 2008.

KANWAL, Q.; HUSSAIN, I.; SIDDIQUI, L. H.; JAVAID, A. Flavonoids from mango leaves with antibacterial activity. **Journal of the Serbian Chemical society**, v. 74, n. 12, p. 1389-1399, 2009.

KAPLAN, D. L. **Vitamin C composition for use in the prevention and treatment of stretch other skin conditions and methods of using the same**. U.S. Patent n. 8,969,411, 3 mar. 2015.

KARTHIK, G. ANGAPPAN, M.; VIJAYAKUMAR, A.; NATARAJAPILLAI, S. Syringic acid exerts antiangiogenic activity by downregulation of VEGF in zebrafish embryos. **Biomedicine & Preventive Nutrition**, v. 4, n. 2, p. 203-208, 2014.

KARUPPAGOUNDER, S. S.; MADATHIL, S. K.; PANDEY, M.; HAOBAM, R.; RAJAMMA, U.; MOHANAKUMAR, K. P. Quercetin up-regulates mitochondrial complex-I activity to protect against programmed cell death in rotenone model of Parkinson's disease in rats. **Neuroscience**, v. 236, p. 136-148, 2013.

KIENZLE, S. Sruamsiri, P.; Carle, R.; Sirisakulwat, S.; Spreer, W.; Neidhart, S. Harvest maturity detection for 'Nam Dokmai# 4' mango fruit (*Mangifera indica* L.) in consideration of long supply chains. **Postharvest biology and technology**, v. 72, p. 64-75, 2012.

KIENZLE, S.; SRUAMSIRI, P.; CARLE, R.; SIRISAKULWAT, S.; SPREER, W.; NEIDHART. Harvest maturity detection for 'Nam Dokmai# 4' mango fruit (*Mangifera indica* L.) in consideration of long supply chains. **Postharvest biology and technology**, v. 72, p. 64-75, 2012.

KIM, H., MOON, J. Y., KIM, H., LEE, D. S., CHO, M., CHOI, H. K., ... & CHO, S. K. Antioxidant and antiproliferative activities of mango (*Mangifera indica* L.) flesh and peel. **Food Chemistry**, v. 121, n. 2, p. 429-436, 2010.

KIM, T. H.; KU, S. K.; BAE, J. S. Inhibitory effects of kaempferol-3-O-sophoroside on HMGB1-mediated proinflammatory responses. **Food and Chemical Toxicology**, v. 50, n. 3, p. 1118-1123, 2012.

LADO, J. RODRIGO, M. J.; LÓPEZ-CLIMENT, M.; GÓMEZ-CADENAS, A.; ZACARÍAS, L. Implication of the antioxidant system in chilling injury tolerance in the red peel of grapefruit. **Postharvest Biology and Technology**, v. 111, p. 214-223, 2016.

LAPENNA, D. CIOFANI, G.; PIERDOMENICO, S. D.; NERI, M., CUCCURULLO, C.; GIAMBERARDINO, M. A.; CUCCURULLO, F. Inhibitory activity of salicylic acid on lipoxygenase-dependent lipid peroxidation. **Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-General Subjects**, v. 1790, n. 1, p. 25-30, 2009.

LARRAURI, J.A.; RUPÉREZ, P.; SAURA-CALIXTO, F. Effect of drying temperature on the stability of polyphenols and antioxidant activity of red grape pomace peels. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 45, n. 4, p. 1390-1393, 1997.

LÉCHAUDEL, M.; LOPEZ-LAURI, F.; VIDAL, V.; SALLANON, H.; JOAS, J. Response of the physiological parameters of mango fruit (transpiration, water relations and antioxidant system) to its light and temperature environment. **Journal of plant physiology**, v. 170, n. 6, p. 567-576, 2013.

LEE, H. E.; KIM, D. H.; PARK, S. J.; KIM, J. M.; LEE, Y. W.; JUNG, J. M.; LEE, H. C.; HONG, G. J.; LIU, X.; CAI, M.; PARK, K. J.; JANG, D. S.; RYU, J. H. Neuroprotective effect of sinapic acid in a mouse model of amyloid β 1–42 protein-induced Alzheimer's disease. **Pharmacology Biochemistry and Behavior**, v. 103, n. 2, p. 260-266, 2012.

LI, G.; CHEN, M. J.; WANG, C.; NIE, H.; HUANG, W. J.; YUAN, T. D.; SHU, K. G.; WANG, C. F.; GONG, Q.; TANG, S. Q. Protective effects of hesperidin on concanavalin A-induced hepatic injury in mice. **International immunopharmacology**, v. 21, n. 2, p. 406-411, 2014.

LI, H. B.; WONG, C. C.; CHENG, K. W.; CHEN, F. Antioxidant properties in vitro and total phenolic contents in methanol extracts from medicinal plants. **LWT-Food Science and Technology**, v. 41, n. 3, p. 385-390, 2008.

LI, K.; WANG, H.; CHENG, L.; ZHU, H.; WANG, M.; WANG, S. L. The protective effect of salicylic acid on lysozyme against riboflavin-mediated photooxidation. **Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy**, v. 79, n. 1, p. 1-5, 2011.

LI, M; Ma, H.; Yang, L.; & Li, P. Mangiferin inhibition of proliferation and induction of apoptosis in human prostate cancer cells is correlated with downregulation of B-cell lymphoma-2 and up regulation of microRNA-182. **Oncology Letters**, v. 11, n. 1, p. 817-822, 2016.

LIMA, L. C.; DIAS, M. S. C.; CASTRO, M. D.; RIBEIRO JÚNIOR, P. M. & SILVA, E. D. B. Controle da antracnose e qualidade de mangas (*Mangifera indica* L.) cv. Haden, após tratamento hidrotérmico e armazenamento refrigerado em atmosfera modificada. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 2, p. 298-304, 2007.

LIMA, M. A. C.; SILVA, A. L.; AZEVEDO, S. S. N. Evolução de Indicadores do Ponto de Colheita em Manga ‘Tommy Atkins’ durante o Crescimento e a Maturação, Nas Condições Do Vale Do São Francisco, BRASIL. **Ciência agrotécnica**, v. 33, n. 2, 2009.

LIN, C. Y.; HUANG, C. S.; HUANG, C. Y.; YIN, M. C. Anticoagulatory, antiinflammatory, and antioxidative effects of protocatechuic acid in diabetic mice. **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 57, n. 15, p. 6661-6667, 2009.

LIU, F. X., FU, S. F., BI, X. F., CHEN, F., LIAO, X. J., HU, X. S., & WU, J. H. Physico-chemical and antioxidant properties of four mango (*Mangifera indica* L.) cultivars in China. **Food chemistry**, v. 138, n. 1, p. 396-405, 2013.

LUO, F.; FU, Y.; XIANG, Y.; YAN, S.; HU, G.; HUANG, X.; SUN, C.; LI, X.; CHEN, K. Identification and quantification of gallotannins in mango (*Mangifera indica* L.) kernel and peel and their antiproliferative activities. **Journal of Functional Foods**, v. 8, p. 282-291, 2014.

LUO, F.; LV, Q.; ZHAO, Y.; HU, G.; HUANG, G.; ZHANG, J.; SUN, C.; LI, X.; CHEN, K. Quantification and purification of Mangiferin from Chinese mango (*Mangifera indica* L.) cultivars and its protective effect on human umbilical vein endothelial cells under H₂O₂-induced stress. **International journal of molecular sciences**, v. 13, n. 9, p. 11260-11274, 2012.

LUO, Z; CHEN, C; XIE, J. Effect of salicylic acid treatment on alleviating postharvest chilling injury of 'Qingnai' plum fruit. **Postharvest Biology and Technology**, v. 62, n. 2, p. 115-120, 2011.

MA, X.; WU, H.; LIU, L.; YAO, Q.; WANG, S.; ZHAN, R.; ... & ZHOU, Y. Polyphenolic compounds and antioxidant properties in mango fruits. **Scientia Horticulturae**, v. 129, n. 1, p. 102-107, 2011.

MACIEL, L. F.; OLIVEIRA, C. S.; BISPO, E. S.; MIRANDA, M. P. S. Antioxidant activity, total phenolic compounds and flavonoids of mangoes coming from biodynamic, organic and conventional cultivations in three maturation stages. **British Food Journal**, v. 113, n. 9, p. 1103-1113, 2011.

MALDONADE, I. R.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B.; SCAMPARINI, A. R. P. Carotenoids of yeasts isolated from the Brazilian ecosystem. **Food Chemistry**, v. 107, n. 1, p. 145-150, 2008.

MANDADE, R.; SREENIVAS, S. A.; SAKARKAR, D. M.; CHOUDHURY, A. Radical scavenging and antioxidant activity of *Hibiscus rosasinensis* extract. **African Journal of Pharmacy and Pharmacology**, v. 5, n. 17, p. 2027-2034, 2011.

MANTHEY, J. A.; PERKINS-VEAZIE, P. Influences of harvest date and location on the levels of β -carotene, ascorbic acid, total phenols, the in vitro antioxidant capacity, and phenolic profiles of five commercial varieties of mango (*Mangifera indica* L.). **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 57, n. 22, p. 10825-10830, 2009.

MARINA, Z.; NORIHAM, A. Quantification of total phenolic compound and in vitro antioxidant potential of fruit peel extracts. **International Food Research Journal**, v. 21, n. 5, p. 1925-1929, 2014.

MARTÍNEZ-NAVARRETE, N.; VIDAL, M. del Mar Camacho; LAHUERTA, Juan José Martínez. **Los compuestos bioactivos de las frutas y sus efectos en la salud**. *Actividad Dietética*, v. 12, n. 2, p. 64-68, 2008.

MATA, G. M. S. C.; OLIVEIRA, D. D. S.; DELLA LUCIA, C.; CAMPOS, F. M.; QUEIROZ, J. H. D.; PINHEIRO-SANT'ANA, H. M. Teores de β -caroteno e vitamina C durante o amadurecimento da manga "UBÁ" (*Mangifera indica* L. var. Ubá). **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 70, n. 2, p. 225-229, 2011.

MATSUI, T. Condensed catechins and their potential health-benefits. **European journal of pharmacology**, v. 765, p. 495-502, 2015.

MATSUOKA, Y.; YAMATO, M.; YAMADA, K. Fluorescence probe for the convenient and sensitive detection of ascorbic acid. **Journal of Clinical Biochemistry and Nutrition**, v. 58, n. 1, p. 16-22, 2016.

MELO, E. A.; ARAÚJO, C. R. Mangas das variedades 'Espada', 'Rosa' e 'Tommy Atkins': compostos bioativos e potencial antioxidante. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 32, n. 4, p. 1451-1460, 2011.

MISHRA, K.; OJHA, H.; CHAUDHURY, N. K. Estimation of antiradical properties of antioxidants using DPPH assay: A critical review and results. **Food Chemistry**, v. 130, n. 4, p. 1036-1043, 2012.

MOO-HUCHIN, V. M.; ESTRADA-MOTA, I.; ESTRADA-LEÓN, R.; CUEVAS-GLORY, L.; ORTIZ-VÁZQUEZ, E.; VARGAS, M. D. L. V.; BETANCUR-ANCONA, D.; SAURIDUCH, E. Determination of some physicochemical characteristics, bioactive compounds and antioxidant activity of tropical fruits from Yucatan, Mexico. **Food chemistry**, v. 152, p. 508-515, 2014.

MORAIS, P. L. D.; FILGUEIRAS, H. A. C.; PINHO, J. L. N. D.; ALVES, R. E. Ponto de colheita ideal de mangas 'Tommy Atkins' destinadas ao mercado europeu. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 24, n. 3, p. 671-675, 2002.

MOSTAFA, U. E. Phenolic Compounds and antioxidant potential of mango peels and kernels (*Mangifera indica* L.) on the frying oil stability, lipid profile and activity of some antioxidant serum enzymes in rats. **Journal of American Science**, v. 9, n. 11, 2013.

MOTTA, J. D.; MELO QUEIROZ, A. J.; FIGUEIRÊDO, R. M. F.; SOUSA, K. D. S. M. Índice de cor e sua correlação com parâmetros físicos e físico-químicos de goiaba, manga e mamão. **Comunicata Scientiae**, v. 6, n. 1, p. 74-82, 2015.

MU, M.; AN, P.; WU, Q.; SHEN, X.; SHAO, D.; WANG, H.; ZHANG, Y.; ZHANG, S.; YAO, H.; MIN, J. WANG, F. The dietary flavonoid myricetin regulates iron homeostasis by suppressing hepcidin expression. **Journal of Nutritional Biochemistry**, v. 30, p. 53 - 61, 2016.

MUKHERJEE, S. K. et al. **Introduction: botany and importance**. The mango: Botany, production and uses, n. Ed. 2, p. 1-18, 2009.

NACZK, M.; SHAHIDI, F. Phenolics in cereals, fruits and vegetables: Occurrence, extraction and analysis. **Journal of pharmaceutical and biomedical analysis**, v. 41, n. 5, p. 1523-1542, 2006.

NAGASHIO, Y.; MATSUURA, Y.; MIYAMOTO, J.; KOMETANI, T.; SUZUKI, T.; TANABE, S. Hesperidin inhibits development of atopic dermatitis-like skin lesions in NC/Nga mice by suppressing Th17 activity. **Journal of Functional Foods**, v. 5, n. 4, p. 1633-1641, 2013.

NAMBI, V. E.; THANGAVEL, K.; JESUDAS, D. M. Scientific classification of ripening period and development of colour grade chart for Indian mangoes (*Mangifera indica* L.) using multivariate cluster analysis. **Scientia Horticulturae**, v. 193, p. 90-98, 2015.

NGAMCHUACHIT, P. SIVERTSEN, H. K.; MITCHAM, E. J.; BARRETT, D. M. Influence of cultivar and ripeness stage at the time of fresh-cut processing on instrumental and sensory qualities of fresh-cut mangos. **Postharvest Biology and Technology**, v. 106, p. 11-20, 2015.

NIRANJANA, P.; OPALAKRISHNA, R. K. P.; SUDHAKAR, R. D. V.; MADHUSUDHAN, B. Effect of controlled atmosphere storage (CAS) on antioxidant enzymes and DPPH-Radical scavenging activity of mango (*Mangifera Indica* L.) CV. Alphonso. **African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development**, v. 9, n. 2, p. 779-792, 2009

NIRANJANA, R.; GAYATHRI, R.; MOL, S. N.; SUGAWARA, T.; HIRATA, T.; MIYASHITA, K.; GANESAN, P. Carotenoids modulate the hallmarks of cancer cells. **journal of functional foods**, v. 18, p. 968 – 985, 2015.

NIXWELL, M. F., JOHANNA, M.; NGEZIMANA, W. Effects of sulphur preservative on phytochemical and antioxidant capacity of peels of mango cultivars (*Mangifera indica* L.) produced in South Africa. **African Journal of Biotechnology**, v. 12, n. 41, p. 6007-6012, 2013.

NORATTO, G. D.; BERTOLDI, M. C.; KRENEK, K.; TALCOTT, S. T.; STRINGHETA, P. C.; MERTENS-TALCOTT, S. U. Anticarcinogenic effects of polyphenolics from mango (*Mangifera indica* L.) varieties. **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 58, n. 7, p. 4104-4112, 2010.

NORDEY, T.; JOAS, J.; DAVRIEUX, F.; GÉNARD, M.; LÉCHAUDEL, M. Non-destructive prediction of color and pigment contents in mango peel. **Scientia Horticulturae**, v. 171, p. 37-44, 2014.

OLIVEIRA, D. S.; AQUINO, P. P.; RIBEIRO, S. M. R.; COSTA PROENÇA, R. P.; PINHEIRO-SANT'ANA, H. M. Vitamina C, carotenoides, fenólicos totais e atividade antioxidante de goiaba, manga e mamão procedentes da Ceasa do Estado de Minas Gerais. **Acta Scientiarum. Health Sciences**, v. 33, n. 1, p. 89-98, 2011.

OMAR, H. A. MOHAMED, W. R.; ARAFA, E. S. A.; SHEHATA, B. A.; EL SHERBINY, G. A.; ARAB, H. H.; ELGENDY, A. N. A. Hesperidin alleviates cisplatin-induced hepatotoxicity in rats without inhibiting its antitumor activity. **Pharmacological Reports**, 2015.

ONGPHIMAI, N. LILITCHAN, S., ARYUSUK, K., BUMRUNGPET, A., & KRISNANGKURA, K. Phenolic acids content and antioxidant capacity of fruit extracts from Thailand. **Chiang Mai Journal of Science**, v. 40, n. 4, p. 636-642, 2013.

OUCHIKH, O.; CHAHED, T.; KSOURI, R.; TAARIT, M. B.; FALEH, H.; ABDELLY, C.; KCHOUK, M. E. MARZOUK, B. The effects of extraction method on the measured tocopherol level and antioxidant activity of *L. nobilis* vegetative organs. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 24, n. 1, p. 103-110, 2011.

PALAFOX-CARLOS, H.; YAHIA, E. M.; GONZÁLEZ-AGUILAR, G. A. Identification and quantification of major phenolic compounds from mango (*Mangifera indica*, cv. Ataulfo) fruit by HPLC–DAD–MS/MS-ESI and their individual contribution to the antioxidant activity during ripening. **Food chemistry**, v. 135, n. 1, p. 105-111, 2012.

PANDA, S. K. Assay guided comparison for enzymatic and non-enzymatic antioxidant activities with special reference to medicinal plants. In: MOHAMMED, A. E. **Antioxidant Enzyme**. 14 ed. INTECH, 2012. p. 382-400.

PARDO-ANDREU, G. L.; BARRIO, M. F.; CURTI, C.; HERNÁNDEZ, I.; MERINO, N.; LEMUS, Y.; MARTÍNEZ, I.; RIANO, A.; DELGADO, R. Protective effects of *Mangifera indica* L extract (Vimang), and its major component mangiferin, on iron-induced oxidative damage to rat serum and liver. **Pharmacological Research**, v. 57, n. 1, p. 79-86, 2008.

PASCUAL-TERESA, S.; MORENO, D. A.; GARCÍA-VIGUERA, C. Flavanols and anthocyanins in cardiovascular health: a review of current evidence. **International journal of molecular sciences**, v. 11, n. 4, p. 1679-1703, 2010.

PIERSON, J. T.; DIETZGEN, R. G.; SHAW, P. N.; ROBERTS-THOMSON, S. J.; MONTEITH, G. R.; GIDLEY, M. J. Major Australian tropical fruits biodiversity: Bioactive compounds and their bioactivities. **Molecular nutrition & food research**, v. 56, n. 3, p. 357-387, 2012.

PIERSON, J. T.; MONTEITH, G. R.; ROBERTS-THOMSON, S. J.; DIETZGEN, R. G.; GIDLEY, M. J.; SHAW, P. N. Phytochemical extraction, characterisation and comparative distribution across four mango (*Mangifera indica* L.) fruit varieties. **Food chemistry**, v. 149, p. 253-263, 2014.

PINTO, A.C.Q.; PINHEIRO NETO, F.; GUIMARÃES, T. G. Estratégias do melhoramento genético da manga a visando atender a dinâmica de mercado. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, p. 64-72, 2011.

PLEGUEZUELO, C. R. R.; DURAN ZUAZO, V. H.; MURIEL FERNÁNDEZ, J. L.; FRANCO TARIFA, D. Physico-chemical quality parameters of mango (*Mangifera indica* L.) fruits grown in a Mediterranean subtropical climate (SE Spain). **Journal of Agricultural Science and Technology**, v. 14, n. 2, p. 365-374, 2012.

PRASAD, K. N.; YANG, B.; YANG, S.; CHEN, Y.; ZHAO, M.; ASHRAF, M.; JIANG, Y. Identification of phenolic compounds and appraisal of antioxidant and antityrosinase activities from litchi (*Litchi sinensis* Sonn.) seeds. **Food Chemistry**, v. 116, n. 1, p. 1-7, 2009.

PRINCE, P. S. M.; ROY, A. J. p-Coumaric acid attenuates apoptosis in isoproterenol-induced myocardial infarcted rats by inhibiting oxidative stress. **International journal of cardiology**, v. 168, n. 4, p. 3259-3266, 2013.

QUIÑONES, M.; MIGUEL, M.; ALEIXANDRE, A. Beneficial effects of polyphenols on cardiovascular disease. **Pharmacological Research**, v. 68, n. 1, p. 125-131, 2013.

RAJENDRAN, P.; RENGARAJAN, T.; NANDAKUMAR, N.; PALANISWAMI, R.; NISHIGAKI, Y.; NISHIGAKI, I. . Kaempferol, a potential cytostatic and cure for inflammatory disorders. **European journal of medicinal chemistry**, v. 86, p. 103-112, 2014.

RAJWANA, I. A.; KHAN, I. A.; MALIK, A. U.; SALEEM, B. A.; KHAN, A. S.; ZIAF, K.; ANWAR. R.; AMIN, M. Morphological and biochemical markers for varietal characterization and quality assessment of potential indigenous mango (*Mangifera indica*) germplasm. **International Journal of Agricultural and Biological**, v. 13, n. 2, p. 151-158, 2011.

RAMIREZ, J. E.; ZAMBRANO, R.; SEPÚLVEDA, B.; SIMIRGIOTIS, M. J. Antioxidant properties and hyphenated HPLC-PDA-MS profiling of chilean Pica mango fruits (*Mangifera indica* L. Cv. piqueño). **Molecules**, v. 19, n. 1, p. 438-458, 2014.

RAMOS, A. M.; SOUSA, P. H. M.; BENEVIDES, S. D. Tecnologia da industrialização da manga. In: **MANGA: Produção Integrada, Industrialização e Comercialização**. 1. ed., Visconde do rio Branco- MG, Suprema Gráfica e editora Ltda, 2004. p. 571-604.

RASOANAIVO, L. H. ; ALBRIEUX, F.; LEMAIRE, M. Chemical constituents of peels, kernels and hulls of fruits of *Mangifera indica* Var. Hiesy and their potential valorization. **Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry**, v. 3, n. 4, p. 225-233, 2014.

RIBEIRO, S. M. R., & SCHIEBER, A. Bioactive compounds in Mango (*Mangifera indica* L.). In: WATSON, R. R.; PREEDY, V. R. **Bioactive foods in promoting health**. 2010. p. 507-523.

RIBEIRO, S. M. R., BARBOSA, L. C. A., QUEIROZ, J. H., KNÖDLER, M., & SCHIEBER, A. Phenolic compounds and antioxidant capacity of Brazilian mango (*Mangifera indica* L.) varieties. **Food Chemistry**, v. 110, n. 3, p. 620-626, 2008.

RIBEIRO, T. P.; LIMA, M. A. C. D.; TRINDADE, D. C. G. D.; LIMA NETO, F. P.; RISTOW, N. C. Quality and bioactive compounds in fruit of foreign accessions of mango conserved in an Active Germplasm Bank1. **Revista Ciência Agronômica**, v. 46, n. 1, p. 117-125, 2015.

ROBLES-SÁNCHEZ, R. M.; ISLAS-OSUNA, M. A., ASTIAZARÁN-GARCÍA, H., VÁZQUEZ-ORTIZ, F. A., MARTÍN-BELLOSO, O., GORINSTEIN, S.; GONZÁLEZ-AGUILAR, G. A. Quality Index, Consumer Acceptability, Bioactive Compounds, and Antioxidant Activity of Fresh-Cut “Ataulfo” Mangoes (*Mangifera Indica* L.) as Affected by Low-Temperature Storage. **Journal of food science**, v. 74, n. 3, p. S126-S134, 2009 a.

ROBLES-SÁNCHEZ, R. M.; ROJAS-GRAÜ, M. A.; ODRIOZOLA-SERRANO, I.; GONZÁLEZ-AGUILAR, G. A.; MARTÍN-BELLOSO, O. Effect of minimal processing on bioactive compounds and antioxidant activity of fresh-cut ‘Kent’ mango (*Mangifera indica* L.). **Postharvest Biology and Technology**, v. 51, n. 3, p. 384-390, 2009b.

ROCHE, L. D.; PÉREZ, Á. F. Protective Effects of *Mangifera indica* L. Extract Against Lipofundin-induced Oxidative Stress in Rats. **Pharmaceutical Crops**, v. 3, p. 94-8, 2012.

RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. R. Carotenes and xanthophylls as antioxidants. In: SHAHIDI, F. **Handbook of Antioxidants for Food Preservation**. Woodhead Publishing Limited (WP) (WP), 2015. p. 17 - 50.

ROSALIE, R.; JOAS, J.; DEYTIEUX-BELLEAU, C.; VULCAIN, E.; PAYET, B.; DUFOSSÉ, L.; LÉCHAUDEL, M. Antioxidant and enzymatic responses to oxidative stress induced by pre-harvest water supply reduction and ripening on mango (*Mangifera indica* L. cv. ‘Cogshall’) in relation to carotenoid content. **Journal of plant physiology**, v. 184, p. 68-78, 2015.

RUFINI, J. C. M.; GALVÃO, E. R.; PREZOTTI, L.; DA SILVA, M. B.; PARRELLA, R. A. D. C. Caracterização biométrica e físico-química dos frutos de acessos de manga 'Ubá'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 2, p. 456-464, 2011.

RUFINO, M. S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S.; PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F.; MANCINI-FILHO, J. Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. **Food chemistry**, v. 121, n. 4, p. 996-1002, 2010.

SALEEM, K.; PERVEEN, S.; SARWAR, N.; LATIF, F.; AKHTAR, K. P.; ARSHAD, H. M. I. Identification of phenolics in mango leaves extract and their allelopathic effect on canary grass and wheat. **Pakistan Journal of Botany**, v. 45, n. 5, p. 1527-1535, 2013.

SALMA, I.; KHADIJAH, A.; MASROM, H.; AZUAN, A.; RAZIAH, M. L.; RAHMAN, M. A. Distribution and diversity of *Mangifera* species on farm in Malaysia. **Journal of tropical agriculture and food science**, v. 38, n. 1, p. 89-95, 2010.

SANDERSON, J. T.; CLABAULT, H.; PATTON, C.; LASSALLE-CLAUX, G.; JEAN-FRANÇOIS, J.; PARÉ, A. F.; HEBERT, M. J. G.; SURETTE, M. E.; TOUAIBIA, M. Antiproliferative, antiandrogenic and cytotoxic effects of novel caffeic acid derivatives in LNCaP human androgen-dependent prostate cancer cells. **Bioorganic & medicinal chemistry**, v. 21, n. 22, p. 7182-7193, 2013.

SANTOS, J. G.,; FERNANDES, F. A. N.; OLIVEIRA, L. S.; MIRANDA, M. R. A. Influence of Ultrasound on Fresh-Cut Mango Quality Through Evaluation of Enzymatic and Oxidative Metabolism. **Food and Bioprocess Technology**, p. 1-11, 2015.

SARKAR, S.; SONKAR, R.; BHATIA, G.; TADIGOPPULA, N. Synthesis of new N-acryl-1-amino-2-phenylethanol and N-acyl-1-amino-3-aryloxypropanols and evaluation of their antihyperlipidemic, LDL-oxidation and antioxidant activity. **European journal of medicinal chemistry**, v. 80, p. 135-144, 2014.

SARWAR, T.; ZAFARYAB, M.; HUSAIN, M. A.; ISHQI, H. M.; REHMAN, S. U.; RIZVI, M. M. A.; TABISH, M. Redox cycling of endogenous copper by ferulic acid leads to cellular DNA breakage and consequent cell death: A putative cancer chemotherapy mechanism. **Toxicology and Applied Pharmacology**, v. 289, n. 2, p. 251-261, 2015.

SCHAICH, K. M.; TIAN, X.; XIE, J. Hurdles and pitfalls in measuring antioxidant efficacy: A critical evaluation of ABTS, DPPH, and ORAC assays. **Journal of Functional Foods**, v. 14, p. 111-125, 2015.

SELLAMUTHU, Periyar Selvam et al. Comparison of the contents of bioactive compounds and quality parameters in selected mango cultivars. **Journal of Food Quality**, v. 36, n. 6, p. 394-402, 2013.

SEO, M.; LEE, Y. J.; HWANG, J. H.; KIM, K. J.; LEE, B. Y. The inhibitory effects of quercetin on obesity and obesity-induced inflammation by regulation of MAPK signaling. **The Journal of nutritional biochemistry**, v. 26, n. 11, p. 1308-1316, 2015.

SHAHIDI, F.; AMBIGAIPALAN, P. Phenolics and polyphenolics in foods, beverages and spices: Antioxidant activity and health effects—A review. **Journal of Functional Foods**, v. 18, p. 820-897, 2015.

SHI, S.; XIAOWEI, M.; XU, W.; ZHOU, Y.; WU, H.; WANG, S. Evaluation of 28 mango genotypes for physicochemical characters, antioxidant capacity, and mineral content. **Journal of Applied Botany and Food Quality**, v. 88, n. 1, 2015.

SHOHAIB, T.; SHAFIQUE, M.; DHANYA, N.; DIVAKAR, M. C. Importance of flavonoids in therapeutics. **Hygeia J Drugs Med**, v. 3, p. 1-18, 2011.

SILAMBARASAN, T.; MANIVANNAN, J.; PRIYA, M. K.; SUGANYA, N.; CHATTERJEE, S.; RAJA, B. Sinapic acid protects heart against ischemia/reperfusion injury and H9c2 cardiomyoblast cells against oxidative stress. **Biochemical and biophysical research communications**, v. 456, n. 4, p. 853-859, 2015.

SILVA, A. C.; SOUZA, A.P.; LEONE, S.; SOUZA, M. E.; TANAKA, A. A. Caracterização e correlação física e química dos frutos de cultivares de manga em São Manuel, São Paulo. **Magistra**, Cruz das Almas-BA, v. 24, n. 1, p. 15-26, jan./mar. 2012a.

SILVA, D. F. P.; SIQUEIRA, D. D.; ROCHA, A.; SALOMÃO, L. C. C.; MATIAS, R. G. P.; STRUIVINH, T. Diversidade genética entre cultivares de mangueiras, baseada em caracteres de qualidade dos frutos. **Revista Ceres**, v. 59, n. 2, p. 225-232, 2012b.

SILVA, D. F. P.; SIQUEIRA, D. L.; PEREIRA, C. S. SALOMÃO, L. C. C.; STRUIVING, T. B. Caracterização de frutos de 15 cultivares de manga na Zona da Mata mineira. **Ceres**, v. 56, n. 6, 2009.

SILVA, F. O.; TRAMONTE, V. L.; PARISENTI, J.; LIMA-GARCIA, J. F.; MARASCHIN, M.; SILVA, E. L. *Litopenaeus vannamei* muscle carotenoids versus astaxanthin: A comparison of antioxidant activity and in vitro protective effects against lipid peroxidation. **Food Bioscience**, v. 9, p. 12-19, 2015.

SILVA, L. M. R.; FIGUEIREDO, E. A. T.; RICARDO, N. M. P. S.; VIEIRA, I. G. P.; FIGUEIREDO, R. W.; BRASIL, I. M.; GOMES, C. L. Quantification of bioactive compounds in pulps and by-products of tropical fruits from Brazil. **Food chemistry**, v. 143, p. 398-404, 2014.

SILVA, M. L. C.; COSTA, R. S.; SANTOS S. A.; KOBLITZ, M. G. B. Compostos fenólicos, carotenóides e atividade antioxidante em produtos vegetais. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 31, n. 3, p. 669-682, 2010.

SIVAKUMAR, D.; JIANG, Y. & YAHIA, E. M. Maintaining mango (*Mangifera indica* L.) fruit quality during the export chain. **Food Research International**, v. 44, n. 5, p. 1254-1263, 2011.

SOARES, C. S.; A., PINTO, A.; AZENHA, M.; TEIXEIRA, J.; AZEVEDO, R. A.; FIDALGO, F. Effect of 24-epibrassinolide on ROS content, antioxidant system, lipid

peroxidation and Ni uptake in *Solanum nigrum* L. under Ni stress. **Environmental and Experimental Botany**, v. 122, p. 115-125, 2016.

SOARES, M. B.; IZAGUIRRY, A. P.; VARGAS, L. M.; MENDEZ, A. S. L.; SPIAZZI, C. C.; SANTOS, F. W. Catechins are not major components responsible for the beneficial effect of *Camellia sinensis* on the ovarian δ -ALA-D activity inhibited by cadmium. **Food and Chemical Toxicology**, v. 55, p. 463-469, 2013.

SOGI, D. S.; SIDDIQ, M.; GREIBY, I.; DOLAN, K. D. Total phenolics, antioxidant activity, and functional properties of 'Tommy Atkins' mango peel and kernel as affected by drying methods. **Food chemistry**, v. 141, n. 3, p. 2649-2655, 2013.

SOKAL, R. R.; MICHENER, C. D. "A Statistical Method for Evaluating Systematic Relationships". **University of Kansas Science Bulletin**, 1958, 38, 1409–1438.

SRINIVASAN, S.; MUTHUKUMARAN, J.; MURUGANATHAN, U.; VENKATESAN, R. S.; JALALUDEEN, A. M. Antihyperglycemic effect of syringic acid on attenuating the key enzymes of carbohydrate metabolism in experimental diabetic rats. **Biomedicine & Preventive Nutrition**, v. 4, n. 4, p. 595-602, 2014.

STEVENS, G. A.; BENNETT, J. E.; HENNOCK, Q.; LU, Y.; DE-REGIL, L. M.; ROGERS, L.; DANAEI, G.; LI, G.; WHITE, R.; FLAXMAN, S. R.; OEHRLE, S. P.; FINUCANE, M. M.; GUERRERO, R.; BHUTTA, Z. A.; THEN-PAULINO, A.; FAWZI, W.; BLACK, R. E.; EZZATI, M. Trends and mortality effects of vitamin A deficiency in children in 138 low-income and middle-income countries between 1991 and 2013: a pooled analysis of population-based surveys. **The Lancet Global Health**, v. 3, n. 9, p. e528-e536, 2015.

STROHECKER, R.; HENNING, H. M. **Análisis de vitaminas: métodos comprobados**, 42 p., 1967.

SUCUPIRA, N. R., DA SILVA, A. B., PEREIRA, G., & DA COSTA, J. N. Métodos para determinação da atividade antioxidante de frutos. **UNOPAR Científica Ciências Biológicas e da Saúde**, v. 14, n. 4, 2012.

TANG, K. C. S.; KONCZAK, I.; ZHAO, J.. Identification and quantification of phenolics in Australian native mint (*Mentha australis* R. Br.). **Food chemistry**, v. 192, p. 698-705, 2016.

TAOFIQ, O.; CALHELHA, R. C.; HELENO, S.; BARROS, L.; MARTINS, A.; SANTOS-BUELGA, C.; QUEIROZ, M. J. R. P.; FERREIRA, I. C. The contribution of phenolic acids to the anti-inflammatory activity of mushrooms: screening in phenolic extracts, individual parent molecules and synthesized glucuronated and methylated derivatives. **Food Research International**, v. 76, p. 821-827, 2015.

TSAI, S.; CHAO, C.; YIN, M. Preventive and therapeutic effects of caffeic acid against inflammatory injury in striatum of MPTP-treated mice. **European journal of pharmacology**, v. 670, n. 2, p. 441-447, 2011.

VALENTE, A.; ALBUQUERQUE, T. G.; SANCHES-SILVA, A.; COSTA, H. S. Ascorbic acid content in exotic fruits: A contribution to produce quality data for food composition databases. **Food Research International**, v. 44, n. 7, p. 2237-2242, 2011.

VANNUCCHI, H.; ROCHA, M. M. Ácido ascórbico (vitamina C). **São Paulo: International Life Sciences Institute do Brasil**, 2012.

VASCO, C.; RUALES, J.; KAMAL-ELDIN, A. Total phenolic compounds and antioxidant capacities of major fruits from Ecuador. **Food Chemistry**, v. 111, n. 4, p. 816-823, 2008.

VEGA-VEGA, V.; SILVA-ESPINOZA, B. A.; CRUZ-VALENZUELA, M. R.; BERNAL-MERCADO, A. T.; GONZÁLEZ-AGUILAR, G. A.; VARGAS-ARISPURO, I.; MALDONADO, C.G. C.; AYALA-ZAVALA, J. F. Antioxidant enrichment and antimicrobial protection of fresh-cut mango applying bioactive extracts from their seeds by-products. **Food and Nutrition Sciences**, 2013, v. 4, 197-203.

VROLIJK, M. F.; OPPERHUIZEN, A.; JANSSEN, E. H.; GODSCHALK, R. W.; VAN SCHOOTEN, F. J.; BAST, A.; HAENEN, G. R. The shifting perception on antioxidants: The case of vitamin E and β -carotene. **Redox biology**, v. 4, p. 272-278, 2015.

WALKER, R. B.; EVERETTE, J. D. Comparative reaction rates of various antioxidants with ABTS radical cation. **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 57, n. 4, p. 1156-1161, 2009.

WALL-MEDRANO, A.; OLIVAS-AGUIRRE, F. J.; VELDERRAIN-RODRÍGUEZ, G. R. ; GONZÁLEZ-AGUILAR, A.; LA ROSA, L. A. J.; LÓPEZ-DÍAZ, A.; ÁLVAREZ-PARRILLA, E. El mango: aspectos agroindustriales, valor nutricional/funcional y efectos en la salud. **Nutrición Hospitalaria**, v 3, n. 1, p. 67-75, 2015.

WILKINSON, A. S.; FLANAGAN, B. M.; PIERSON, J. T.; HEWAVITHARANA, A. K.; DIETZGEN, R. G.; SHAW, P. N.; ROBERTS-THOMSON, S. J.; MONTEITH, G. R.; GIDLEY, M. J. Bioactivity of Mango Flesh and Peel Extracts on Peroxisome Proliferator-Activated Receptor γ [PPAR γ] Activation and MCF-7 Cell Proliferation: Fraction and Fruit Variability. **Journal of food science**, v. 76, n. 1, p. H11-H18, 2011.

YAHIA, E. M. Mango (*Mangifera indica* L.). In: ____ **Postharvest Biology and Technology of Tropical and Subtropical Fruits**. 3 ed. Woodhead Publishing Limited (WP), 2011. p. 492-567.

YANG, S. Y.; HONG, C. O.; LEE, G. P.; KIM, C. T.; LEE, K. W. The hepatoprotection of caffeic acid and rosmarinic acid, major compounds of *Perilla frutescens*, against t-BHP-induced oxidative liver damage. **Food and Chemical Toxicology**, v. 55, p. 92-99, 2013.

YOON, S.A.; Kang, S. I.; Shin, H. S.; Kang, S. W.; Kim, J. H.; Ko, H. C.; Kim, S. J. p-Coumaric acid modulates glucose and lipid metabolism via AMP-activated protein kinase in L6 skeletal muscle cells. **Biochemical and biophysical research communications**, v. 432, n. 4, p. 553-557, 2013.

ZSIGMOND, L.; TOMASSKOVICS, B.; DEÁK, V.; RIGÓ, G.; SZABADOS, L.; BÁNHÉGYI SZARKA, A. Enhanced activity of galactono-1, 4-lactone dehydrogenase and ascorbate-glutathione cycle in mitochondria from Complex III deficient *Arabidopsis*. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 49, n. 8, p. 809-815, 2011.

ZULKIFLI, K. S.; ABDULLAH, N.; ABDULLAH, A.; AZIMAN, N.; KAMARUDIN, S. S. W. Bioactive Phenolic Compounds and Antioxidant Activity of Selected Fruit Peels. In: International Conference on Environment, **Chemistry and Biology**. 2012. p. 66-70.